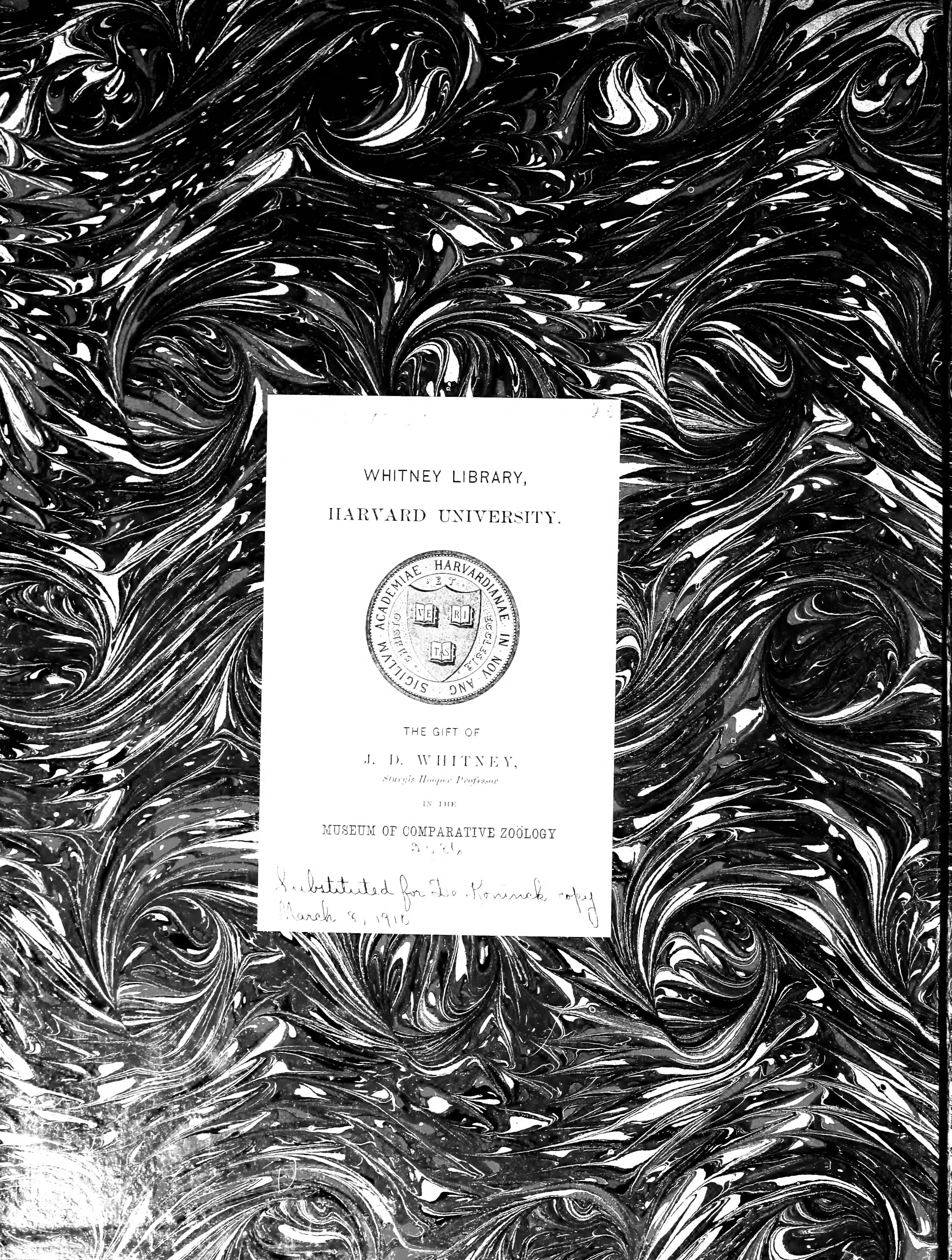




WHITNEY LIBRARY,
HARVARD UNIVERSITY.
SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
CHRISTO ET ECCLESIAE
VE RI TAS
THE GIFT OF
J. D. WHITNEY,
Sturgis Hooper Professor
IN THE
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY
Substituted for De Koninck copy
March 8, 1916



MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Se trouve à Londres,

CHEZ BOSSANGE, BARTHÈS ET LOWELL, LIBRAIRES,

14, GREAT MARLBOROUGH STREET.

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,

Imprimeur de la Société géologique de France,

RUE JACOB, 30.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

DEUXIÈME SÉRIE.

Tome troisième. — Première partie.

PARIS,

P. BERTRAND, ÉDITEUR, LIBRAIRE,

RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARCS, 65.

1848.

Avertissement.

La Société déclare qu'elle laisse aux Auteurs la responsabilité des faits et des opinions contenus dans leurs Mémoires.

I.

RECHERCHES GÉOLOGIQUES

SUR

LE JURA SALINOIS,

PAR M. JULES MARCOU.

PREMIÈRE PARTIE.

(LUE A LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE LES 4 ET 18 MAI 1846.)

OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES.

Le Jura a été exploré dans plusieurs de ses parties par des géologues aussi savants que bons observateurs, et dont les excellentes descriptions ont jeté une vive lumière sur la constitution géologique des différentes chaînes qui le composent. Les parties orientales et septentrionales ont surtout été étudiées avec beaucoup de soin, et ont été prises pour types dans les descriptions géognostiques et orographiques qui ont été faites sur les Monts-Jura. Mais les parties occidentales et méridionales n'ont pas encore été soumises à l'étude critique des géologues du pays, et elles laissent une grande lacune dans les généralités que l'on a obtenues pour les localités explorées. Il est probable que les principaux résultats ne recevront que de faibles modifications, qui n'altèreront pas les principes fondamentaux posés par MM. Thurmann, Thirria et Gressly. Cependant ces généralités ne seront certaines que lorsque tous les points auront été décrits par des géologues habitant le pays, et que les beaux travaux paléontologiques de MM. Alc. d'Orbigny et Agassiz seront achevés. C'est dans le but de faire connaître la partie occidentale du Jura que je publie mes recherches sur le Jura salinois (1); heureux si,

(1) J'entends par Jura salinois la partie comprise dans le pentagone formé par des lignes qui uniraient les villes de Quingey, Pontarlier, Moyrans, Saint-Amour et Dôle. Les environs de Salins ont été pris comme type, et doivent être regardés comme les points de départ pour cette partie des Monts-Jura.

apportant ma pierre à l'édifice, je puis contribuer à l'avancement de cette partie de la géologie.

Les premiers travaux qui ont paru sur les chaînes du Jura sont des mémoires paléontologiques, renfermant les principaux fossiles caractéristiques des terrains jurassique et néocomien, et dont le plus grand mérite a été de fixer l'attention des géologues sur les localités indiquées comme riches en pétrifications. Ces mémoires sont : Les *Essais sur les fossiles de Suisse*, de Scheuchzer, de Lang et de Gessner; le *Traité des pétrifications*, de Bourguet (dans lequel il cite Salins comme localité riche en fossiles); les ouvrages de Knorr, d'Andræ, de Bruckner, etc... Mais les premières observations un peu sérieuses qui aient été faites sur le Jura sont dues à de Saussure, Deluc, Escher et Ebel. Cependant, la géologie de ces montagnes était encore dans le vague le plus complet, lorsque l'illustre et vénérable M. de Buch écrivit, en 1803, son mémoire sur les roches du pays de Neuchâtel. Malheureusement cet excellent travail resta inédit, et ne contribua que très peu à l'avancement de la géologie dans le Jura.

Ce ne fut que quatorze ans après, que les premières bases furent posées par M. Charbaut, dans son mémoire sur les environs de Lons-le-Saulnier. Ce travail savant, quoique encore très incomplet, renferme des descriptions assez détaillées sur les terrains des *marnes irisées*, du *lias*, et de l'*oolite inférieure*, et donne des indications générales pour l'étude des étages supérieurs, qu'il ne fait qu'effleurer dans une courte description. A la même époque, M. Mérian publia son mémoire sur la géologie des environs de Bâle; mais, de même que dans celui de Charbaut, la partie orographique est très défectueuse; s'appuyant entièrement sur la fausse théorie de la répétition des formations et du retrait des eaux, ces géologues étaient obligés de lui attribuer tous les accidents des couches redressées, ce qui conduisait à des explications tout à fait inadmissibles. Les théories des soulèvements et des dislocations étaient encore dans l'enfance; cependant tous deux pressentirent et préparèrent les découvertes que le savant M. Thurmann publia quelques années après, dans son mémoire capital sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy. Ainsi Charbaut, dans son second mémoire sur les terrains de la chaîne jurassique, dit (page 204) : « Ne serait-il pas possible que dans ces localités, » comme dans un grand nombre de celles que j'ai visitées, les terrains à gry- » phites perçassent le sol oolitique, au lieu de reposer (ainsi qu'ils peuvent sou- » vent le faire croire) sur ces derniers terrains ? »

M. Mérian, dans une excellente coupe du Jura bâlois et soleurois, reconnaît une série de phénomènes complétement identiques aux résultats qu'a obtenus M. Thurmann par sa théorie, et qui renferme, suivant ce dernier savant, « la vraie » solution du problème des soulèvements jurassiques (1). »

M. Élie de Beaumont, dans son beau mémoire sur les terrains secondaires du

(1) Voir *Essais sur les soulèvements jurassiques*, par Jules Thurmann, page 2.

système des Vosges, décrit plusieurs localités de la lisière nord-ouest du Jura, et établit le synchronisme des terrains keupérien et liasique de la Franche-Comté avec ceux de la Lorraine et de l'Alsace. Enfin, au commencement de 1831, parut la notice de M. Thirria sur le terrain jurassique du département de la Haute-Saône, travail qui présentait l'étude la plus détaillée qui eût été donnée jusqu'alors sur ce sujet. Les divisions établies par M. Thirria ont été presque toutes adoptées, parce qu'elles sont basées sur la distribution des corps organisés, seul guide sur lequel on puisse s'appuyer avec sûreté dans l'étude des terrains sédimentaires. Ce mémoire imprima une nouvelle direction aux recherches géologiques, et jeta un grand jour sur le terrain jurassique du continent, qui, jusqu'à ce moment, était demeuré très imparfaitement connu. Deux ans après, ce savant géologue compléta ses recherches sur la Haute-Saône, en publiant la statistique géologique et minéralogique de ce département.

Mais le mémoire qui fit faire le plus grand pas à la géologie du Jura, et qui doit être regardé comme l'une des premières productions géologiques de notre époque, est le travail si remarquable publié par M. Jules Thurmann et intitulé : *Essais sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy.* Ce mémoire, qui date de 1832, renferme la solution de l'un des problèmes les plus difficiles qu'on puisse résoudre en géologie. Après avoir donné, dans la première partie, une excellente description géognostique des terrains jurassiques du Jura bernois, il présente, dans la seconde, sa belle théorie orographique des dislocations. Classer et soumettre à des lois mathématiques chaque accident de dislocation, prévoir, à l'aspect d'une chaîne, les terrains qui s'y trouvent; tels sont, en deux mots, les lois découvertes par le savant géologue de Porrentruy. Quelques années après, M. Thurmann publia la carte géologique de l'ancien évêché de Bâle, et compléta l'orographie de cette partie du Jura suisse. Toutes les observations qui ont été faites depuis, par les géologues qui ont étudié le Jura, ont seulement apporté de nouvelles preuves en faveur de ces lois, et il est probable qu'elles sont générales, sauf quelques modifications dues à des accidents locaux, provenant de failles, ou de dénudations produites par les eaux.

L'apparition des mémoires de M. Thurmann fixa l'attention d'un grand nombre de géologues, qui publièrent successivement plusieurs notices sur différentes parties du Jura. Parmi les plus remarquables, je citerai celles : de M. de Montmolin, qui décrivit le premier la formation néocomienne sous le nom de Jura-crétacé, et qui publia quelques années après la carte géologique du canton de Neuchâtel; de M. Thirria sur le terrain crétacé de la Franche-Comté, note dans laquelle il décrit avec beaucoup de détails la couche de limonite du calcaire jaune néocomien; de M. Nicolet, qui donna une excellente description des vallées tertiaires et néocomiennes de la Chaux-de-Fond et du Locle; de M. Renaud-Comte sur les vallées d'érosion dans le département du Doubs. Enfin, M. Itier vient de donner, en 1841, un très bon mémoire sur la formation néocomienne dans le dé-

partement de l'Ain ; et M. Alphonse Favre a publié, en 1843, un mémoire très détaillé et du plus haut intérêt sur le mont Salève et les environs de Genève.

Plusieurs autres géologues, tels que MM. Voltz, Rengger, Hugi, Gaillardoz, Fromherz, Parandier, Mousson, Renoir, Le Blanc, Sauvannau, Roux, Boyé, Lardy, etc..., contribuèrent, soit par des publications très intéressantes, soit par des communications, à faire connaître la constitution géologique des Monts-Jura. La fondation de la Société d'histoire naturelle de Neuchâtel, en 1832, la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Porrentruy, le congrès scientifique de France tenu à Besançon, les réunions de la Société helvétique des sciences naturelles, et les deux assemblées de la Société géologique des Monts-Jura à Neuchâtel et à Besançon, ont eu les plus heureux résultats, et ont donné une grande extension aux études géologiques faites sur le Jura.

Mais si d'une part les travaux de M. Thurmann avaient fait faire un pas immense à l'orographie jurassique, de l'autre la géognosie laissait encore beaucoup à désirer. On en était resté, à très peu de chose près, au mémoire de M. Thirria, lorsque parurent en 1838-40-41, dans les Mémoires de la Société helvétique, les *Observations géologiques sur le Jura soleurois*, par M. Gressly de Lauffen. Ce beau travail est une des productions géologiques les plus éminentes qui aient paru en Suisse depuis dix ans, et doit être regardé comme l'un des premiers mémoires géognostiques et paléontologiques qui aient été écrits sur les terrains sédimentaires. Beaucoup trop ignoré, le mémoire de M. Gressly est l'œuvre d'un géologue, aussi savant que consciencieux, qui y a consacré entièrement plusieurs années successives de courses et de recherches, souvent très difficiles, et qui n'a rien négligé pour en faire un travail aussi complet qu'on peut le désirer de la part d'un géologue de son mérite et de son talent.

Les principaux résultats auxquels a été conduit M. Gressly sont : que les assises présentent des différences bien marquées dans leurs caractères pétrographiques, géognostiques et paléontologiques, non seulement dans le sens vertical, mais aussi dans le sens horizontal, suivant que ces assises sont littorales, sub-pélagiques ou pélagiques ; d'où il est conduit à rétablir les rivages, les bas-fonds, la profondeur des eaux, et à tracer les changements que le fond de la mer a subis aux différentes époques, dans l'Océan jurassique. Ces savantes conclusions, appuyées sur un grand nombre d'observations, ouvrent une voie immense aux recherches des géologues et promettent la solution prochaine d'un grand nombre de faits jusqu'à présent inexpliqués.

Ces admirables observations ne sont pas les seules dont M. Gressly ait enrichi la géologie du Jura ; collaborateur de M. Agassiz, il a beaucoup contribué aux publications de ce savant paléontologiste, en lui communiquant un grand nombre d'espèces nouvelles, décrites et classées par lui.

Les travaux de M. Agassiz ont fait faire aussi un grand pas aux études géologiques du Jura ; ses publications intitulées : *Echinodermes fossiles de la Suisse ; Etu-*

des critiques sur les mollusques fossiles du Jura et de la craie ; sa *Monographie des Echinodermes*, celle des *Poissons fossiles*, etc., ont jeté une vive lumière sur les phénomènes biologiques et sur la distribution des êtres organisés dans les mers jurassiques et néocomiennes. Plusieurs autres paléontologistes très distingués, tels que MM. Alex. Brongniart, Voltz, Bronn, Goldfuss, de Münster, Zieten, de Buch, etc., ont publié un grand nombre de fossiles du Jura, qu'ils avaient recueillis eux-mêmes, ou qui leur ont été communiqués par MM. Thurmann, Thirria, Parandier, d'Udressier, Mérian, Hugi, etc. Mais un grand nombre d'espèces sont encore inédites et seront publiées dans les ouvrages paléontologiques du savant M. Alcide d'Orbigny. Les géologues du Jura, aujourd'hui en assez grand nombre, possèdent tous de superbes collections de fossiles, qu'ils communiquent avec le plus grand désintéressement à tous les paléontologistes qui publient des monographies. Ces géologues sont, outre ceux que nous avons cités précédemment, MM. Germain, de Salins; Bernard, de Nantua ; Pidancet, Lory, Vivier et Delesse, de Besançon ; Dubois, de Gray; Carteron et Choppart, de Morteau; Faivre, de Belherbe; Jomini, de Payerne; Beuque, de Pontarlier; Louis Coulon, Frédéric Dubois de Montpéreux, Girard et Guyot, de Neuchâtel; Roux et Pictet, de Genève, etc.

Ainsi, les travaux de MM. Thirria, Thurmann, Agassiz et Gressly ont porté leurs fruits. Un grand nombre de points inexplorés sont défrichés par des géologues qui habitent sur les lieux; espérons que, dans peu de temps, un travail général, fondé sur les bases posées par ces savants, réunira en un seul faisceau les observations particulières de chacun, et présentera la description complète des belles chaînes qui composent les Monts-Jura. C'est vers ce but d'unité que tendent tous mes efforts; heureux si je puis y contribuer, en publiant mes recherches sur la partie de ces montagnes que j'habite.

Il me reste encore à offrir l'expression de ma sincère reconnaissance à plusieurs géologues qui m'ont guidé et aidé dans mon travail, en me confiant leurs remarques, et en mettant leurs collections à ma disposition. Je dois des remercîments tout particuliers à mon ami et maître, M. Thurmann, dont les conseils et les communications m'ont été du plus grand secours, et qui a déterminé une grande partie de mes fossiles; à M. le docteur Germain, dont les nombreuses explorations dans le Jura et la belle collection m'ont beaucoup aidé dans mon travail, et qui le premier m'a guidé dans mes courses géologiques; à mon ami, M. Pidancet, qui m'a communiqué ses observations sur les environs de Besançon, et qui a exploré avec moi une partie de notre Jura; à M. le vicomte d'Archiac, qui a eu l'extrême obligeance de corriger mon texte et de me donner d'excellents conseils pour la rédaction et les mémoires à consulter; enfin à MM. Agassiz, Desor et Alcide d'Orbigny, pour la détermination ou la révision des fossiles que j'ai recueillis. Puissent ces savants ne pas trouver ce travail indigne de la protection qu'ils ont accordée à son auteur ! et, en le leur dédiant, j'accomplis un devoir de reconnaissance et de respect, que tous les géologues sauront apprécier.

INTRODUCTION.

Le Jura salinois est composé de chaînes de montagnes, de vastes plateaux, et d'une partie de la plaine de la Bresse. Ces différentes régions sont formées exclusivement de terrains sédimentaires (1) appartenant aux époques triasique, jurassique, crétacée et molassique. Le keuper est le seul représentant des terrains triasiques; le terrain néocomien et le grès vert représentent l'époque crétacée, et les alluvions de la Bresse sont synchroniques de la période molassique.

Tous ces terrains sont très développés, et présentent des études aussi intéressantes qu'utiles. Placé à peu près à égale distance des rivages des îles formées par le Schwarzwald et les Vosges, le Jura salinois se trouve sur la bissectrice de l'angle formé par le golfe alsatique, et doit par conséquent offrir le plus haut intérêt, sous les rapports pétrographiques et paléontologiques. Quoique assez éloigné des côtes, il présente dans plusieurs de ses parties des associations de fossiles indiquant des points littoraux, ou plutôt des bas-fonds; et comme tout tend à prouver que les mers jurassiques étaient beaucoup moins profondes que celles qui sont actuellement à la surface du globe, il n'est pas étonnant de rencontrer des faciès (2) littoraux, dans des localités assez éloignées des bords de la mer.

Je divise mon travail en trois parties. Les deux premières, qui sont celles que je publie actuellement, comprennent, l'une les descriptions géognostiques, pétrographiques et paléontologiques du keuper et du terrain jurassique, dont les différents étages constituent entièrement la charpente de nos montagnes et dont les dislocations datent de la même époque, et l'autre, la description du terrain néocomien, dont le dépôt s'est effectué pendant que les chaînes jurassiques étaient en voie d'élévation. J'ai fait une partie distincte du terrain néocomien, à cause de l'âge et surtout du mode de dépôt et de la distribution géographique de ce terrain, qui, bien qu'il se soit déposé pendant que les chaînes du Jura s'élevaient (surtout dans les parties méridionales), n'en est pas moins postérieur à la dislocation qui a donné au Jura son relief principal. Aussi ne le rencontre-t-on que dans les vallées longitudinales et sur les flancs du bassin suisse, souvent, il est vrai, à une assez grande hauteur, comme aux Rousses, à Lavatay, au Châlet de la Dôle, et même au piton sud de la Dôle en entier, ainsi que viennent de le constater mes amis MM. Lory et Pidancet; mais jamais on ne le trouve sur une ligne de crêtes de montagnes suivant l'une des chaînes.

(1) La forêt de la Serre, située à deux lieues N.-E. de Dôle, est une exception; c'est le seul point où le granite soit à découvert. Cette localité est du plus haut intérêt, et mérite une description particulière qui, je pense, ne se fera pas longtemps attendre.

(2) Dans tout le cours de ce Mémoire, le mot *faciès* est pris dans le sens que lui donne M. Gressly (voir *Observations géologiques sur le Jura soleurois*, pag. 11 et suivantes).

La troisième partie renfermera la description des différents terrains de transport et l'orographie des chaînes du Jura salinois. J'ai préféré finir par l'orographie, parce que les périodes crétacée, molassique et diluvienne ayant beaucoup influé sur les accidents secondaires de dislocation, il est plus logique de traiter complétement cette question que de la couper en deux parties; d'ailleurs, le Jura, surtout la portion comprise entre Neuchâtel et la perte du Rhône, a continué de s'élever pendant toute l'époque crétacée et molassique; par conséquent les différentes chaînes n'ont eu leur orographie actuelle qu'à la fin de ces deux époques.

Cette dernière partie sera accompagnée d'un grand nombre de vues et de coupes géologiques, qui embrasseront tous les accidents de dislocation. J'y donnerai aussi la carte géologique détaillée par couches du bassin crétacé de Nozeroy, pour servir de guide aux géologues qui voudront étudier ce terrain; et c'est par la même raison que je présente, avec ces deux premières parties, la carte des environs de Salins.

Le système de description que j'emploie est le même que celui de M. Thurmann, sauf quelques modifications apportées par la différence des localités décrites et par les progrès de la science. M. Gressly ayant aussi adopté le même plan, qui est celui indiqué par le savant M. Alex. Brongniart dans son *Traité des Roches*, il en résulte que l'on aura trois descriptions, embrassant une assez grande partie des chaînes du Jura, faites d'après le même mode, et offrant par conséquent une grande facilité pour les études comparatives de ces différentes régions. Ce seul but m'aurait suffi pour me décider à adopter ce plan descriptif, si déjà je n'avais reconnu que c'était le meilleur que l'on pût employer pour les terrains de notre Jura.

Ainsi, tel est l'ordre de description que j'adopte: Je divise les roches par terrains, par étages, par groupes et sous-groupes; chacune de ces divisions sera d'abord rigoureusement limitée au moyen de la paléontologie, de la pétrographie et de la géognosie; puis viennent une distribution géographique rapide de l'étage et les caractères généraux qui constituent la caractéristique du groupe. Je donne une synonymie divisée en deux parties; la première, qui est celle des terrains des différentes contrées de l'Europe, est assez incomplète, surtout relativement à l'Angleterre que je n'ai pas encore visitée, et ne pourra être véritablement sûre que lorsque des géologues auront publié des monographies d'un même terrain pour toute l'Europe, imitant en cela les paléontologistes qui ont reconnu depuis longtemps l'utilité des monographies générales. La seconde partie établit le synchronisme entre les différentes divisions et faciès décrits par les géologues qui ont publié leurs recherches sur les Monts-Jura; ce synchronisme peut être regardé comme beaucoup plus exact que celui qui a été établi pour les contrées étrangères, car j'ai pu saisir presque tous les passages des couches, en étudiant et visitant la plus grande partie des localités décrites par mes devanciers.

Une description pétrographique et géognostique, renfermant la structure, la

cassure, les couleurs, le ciment, la composition minéralogique de nos roches, leur stratification et leur puissance, suivra immédiatement la synonymie. La paléontologie sera ensuite traitée avec le plus grand détail ; je m'appesantirai surtout sur l'association des fossiles, sur leur état de conservation, d'accroissement et sur leur position. Je ne citerai dans ces descriptions que les genres et quelques espèces caractéristiques, me réservant de donner, à la fin de chaque étage, le tableau général de toutes les espèces, avec l'indication des couches et des localités d'où elles proviennent.

Ayant reconnu la très grande utilité des coupes, je donne à la fin de chaque étage une coupe-type prise dans les environs de Salins, et j'engage tous les géologues qui voudront étudier cette partie du Jura à commencer les explorations par ces coupes, ce qui facilitera beaucoup leurs recherches. Enfin, je termine chaque étage par une rapide description technologique des minéraux et des roches qui y sont contenus.

Terrain triasique.

Keuper.

Limites, divisions et caractères généraux du Jura-keupérien.—Le terrain le plus ancien qui affleure dans le Jura salinois est le trias représenté par le *keuper*. Les deux autres membres de ce terrain, qui sont le *muschelkalk* et le *bunter-sandstein* ne se montrent à découvert que sur le littoral des Vosges et de la Forêt Noire, où ils ont été décrits par MM. d'Alberti, Thirria, Mérian, Gressly et Quenstedt.

Le muschelkalk, composé exclusivement de calcaire compacte et dolomitique, est subordonné aux bancs de sel gemme et aux marnes salifères qui commencent le keuper. Quoique le passage du keuper au muschelkalk ne puisse pas s'observer dans le Jura salinois, il est probable qu'il s'opère de la même manière que dans les environs de Bâle et dans la Haute-Saône. Ainsi, je considère comme formant la limite inférieure et appartenant au keuper les sels gemmes (1), que l'on rencontre sur toute la lisière occidentale du Jura.

Un immense développement de marnes, de gypses, de sels gemmes, de dolomies et de grès, forme en entier le Jura-keupérien, et présente dans l'ordre de superposition de ces différentes substances des divisions constantes et bien dis-

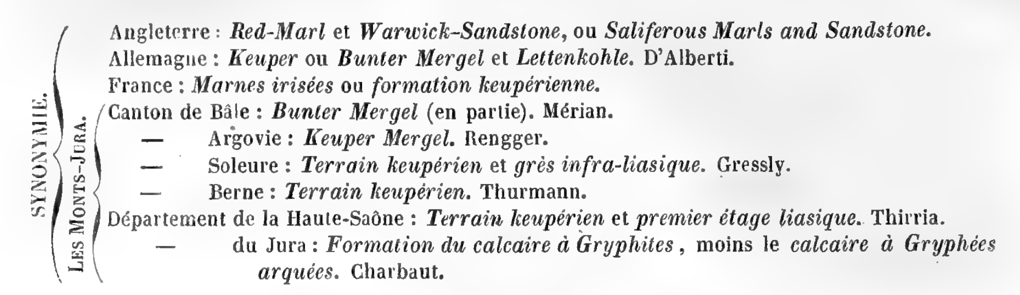
(1) En conservant les sels gemmes et toutes les couches formant mon étage inférieur dans le keuper, je suis la classification de M. d'Alberti, qui fait commencer le muschelkalk à la dolomie et au calcaire celluleux avec Pemphix Sueurii et Fucus Hehlii, laissant le *lettenkohle* et son *bone-bed*, qui n'est autre que mon étage inférieur, dans le keuper. M. Quenstedt, en s'appuyant sur des considérations d'une très grande valeur (voir *das Flözgebirge Würtembergs*, pag. 46 et suivantes), classe, au contraire, le lettenkohle dans le muschelkalk. Ayant eu le bonheur de pouvoir discuter et étudier ce terrain avec ces deux savants, je me suis arrêté à l'opinion de M. d'Alberti, comme convenant et s'appliquant, beaucoup plus généralement, à toutes les localités de la France et de l'Allemagne qui environnent le Schwarzwald et les Vosges.

tinctes les unes des autres. L'absence presque complète de fossiles en rend l'étude très difficile et surtout très aride, et prive le géologue d'un grand secours pour établir ses divisions en groupes et sous-groupes. La pétrographie et la géognosie étant les seuls guides sur lesquels on puisse s'appuyer, je me suis appliqué avec le plus grand soin à étudier tous les accidents minéralogiques et géognostiques, n'en négligeant aucun et classant les différentes assises d'après ces caractères; je suis ainsi parvenu à des résultats généraux, que j'ai vérifiés dans tout le Jura salinois et bisontin. J'ai souvent éprouvé de très grandes difficultés pour classer certains affleurements isolés; car on sait combien les accidents minéralogiques et géognostiques sont variables et changent suivant que les localités étaient des bas-fonds, ou se trouvaient dans le voisinage de sources minérales, ou bien encore exposées à des courants, etc., phénomènes qui apportent les plus grandes modifications dans une même série d'assises horizontales. Lorsqu'on n'a pas à sa disposition un ensemble d'organisme caractéristique de chaque groupe, on conçoit que les difficultés doivent surgir à chaque pas. Je crois cependant avoir réussi dans mes recherches, et, en présentant les faits dans l'ordre où je les ai étudiés et classés, j'offre aux géologues une étude des plus consciencieuses qui aient été faites sur ce terrain. Ainsi, quoique le Jura-keupérien ait été déjà décrit par plusieurs géologues distingués, on peut regarder mon travail comme une étude tout à fait nouvelle, s'éloignant de tout ce qui a été écrit sur cette partie du Jura.

Le keuper se divise en trois étages très distincts et très bien caractérisés par leurs caractères pétrographiques. Les caractères généraux sont, pour *l'étage inférieur*, un grand développement de sel gemme, de marnes salifères, de gypses rouges et blancs en cristaux rhomboïdaux, des argiles plastiques, de la houille et des gypses gris-noirâtre, mais sans gypses blancs saccharoïdes; *l'étage moyen* renferme une grande masse de marnes gypseuses, couleur lie-de-vin, de nombreux bancs de gypse blanc saccharoïde et de dolomie, sans sel ni houille, et un très petit nombre de cristaux de sulfate de chaux; de sorte que les étages inférieur et moyen ont des caractères trop différents pour pouvoir être confondus. Enfin, *l'étage supérieur* est caractérisé par une absence complète de gypse et de sel gemme. Les roches qui dominent dans cet étage sont des marnes argileuses, irisées, par bandes parallèles, des grès, des schistes marneux ardoisiers, des macignos et des *quadersandsteins*. De sorte que je comprends dans l'étage supérieur du keuper les quadersandsteins que les géologues français placent dans le lias, et j'ai ainsi, pour limite supérieure du keuper, le calcaire à Gryphites. J'expliquerai plus loin quels sont les faits qui m'ont conduit à faire cette séparation.

D'après les observations précédentes, on voit que les trois étages du Jura-keupérien présentent des caractères qui permettent de les distinguer au premier abord. S'il est facile de faire immédiatement cette distinction, on éprouve d'assez grandes difficultés à faire celui des groupes, et l'on n'y parvient souvent que par

une étude très minutieuse. Comme cette division en groupes n'a pas encore été établie et que les différents étages n'avaient pas été classés dans leur véritable position, je ne donne que la synonymie pour la formation entière.



SYNONYMIE.

Angleterre : *Red-Marl* et *Warwick-Sandstone*, ou *Saliferous Marls and Sandstone.*
Allemagne : *Keuper* ou *Bunter Mergel* et *Lettenkohle.* D'Alberti.
France : *Marnes irisées* ou *formation keupérienne.*

LES MONTS-JURA.

Canton de Bâle : *Bunter Mergel* (en partie). Mérian.
— Argovie : *Keuper Mergel.* Rengger.
— Soleure : *Terrain keupérien* et *grès infra-liasique.* Gressly.
— Berne : *Terrain keupérien.* Thurmann.
Département de la Haute-Saône : *Terrain keupérien* et *premier étage liasique.* Thirria.
— du Jura : *Formation du calcaire à Gryphites*, moins le *calcaire à Gryphées arquées.* Charbaut.

Distribution géographique. — Le keuper est très répandu dans toute la partie occidentale des Monts-Jura ; mais c'est dans le Jura salinois qu'il présente le plus beau développement et qu'on peut l'observer sur la plus grande étendue. Placé dans le fond des cirques liasiques, il affleure sur un très petit espace et le plus souvent il est recouvert par les éboulis des escarpements oolitiques qui l'entourent. Aussi, est-il bien difficile de pouvoir l'étudier dans la plus grande partie des Monts-Jura, et ce n'est que dans quelques localités, où les terrains environnants ont éprouvé des dénudations très considérables, que l'on peut en suivre les différentes assises. Ces localités exceptionnelles se rencontrent sur le contour des îles herzyniennes et vosgiennes, et dans la Bourgogne qui avoisine le Morvan. Cependant, c'est encore au pied de la falaise jurassique qui bordait le grand lac tertiaire de la Bresse, que l'on peut le mieux observer le keuper. S'étendant sans interruption depuis le pied du mont Poupet, près de Salins, jusqu'à Montmorot, près de Lons-le-Saunier, il se développe ainsi sur une longueur de 50 kilomètres, en suivant tous les contours et toutes les anfractuosités de la falaise et en affleurant encore, souvent à une grande hauteur, dans les cluses qui unissent cette première falaise à la seconde. On le rencontre aussi dans les vallées liaso-keupériennes de la partie du Jura salinois qui n'a pas été rasée par les eaux. Mais les localités les plus exceptionnelles et celles qui méritent le plus d'attirer l'attention des géologues sont les environs de Salins, où le keuper présente son plus grand développement et offre les plus belles séries. De nombreuses carrières à ciel ouvert, pour l'exploitation des gypses, permettent d'étudier les plus petits accidents des couches, et offrent de nombreuses coupes, faciles à étudier. Aussi est-ce dans les environs de Salins que j'ai pris mes coupes-types pour ce terrain.

Étage inférieur ou salifère.

Caractères généraux. — Dans le bas les marnes salifères alternent avec les bancs de sels gemmes et quelques minces couches de dolomies, les marnes do-

minant : dans le haut sont des gypses gris-noirâtre, rouge-pourpre, compactes, fibreux, ou bien en cristaux en forme de parallélipipède, des marnes irisées le plus souvent plastiques, de la houille et des grès ferrugineux.

Il se subdivise en deux groupes, le premier comprenant les sels gemmes et les marnes salifères, et le second s'étendant du premier banc de dolomie jusqu'au deuxième banc de dolomie exclusivement.

Premier groupe. . { Sels gemmes. Marnes salifères.

Description pétrographique et géognostique.—Ce groupe, très difficile à étudier, ne se montre à découvert que dans une seule localité du Jura occidental, à *Laffenet*, au pied sud du mont Poupet, près de Salins. La végétation le recouvre entièrement, mais un puits foncé en cet endroit pour la recherche du gypse m'a permis d'en suivre les couches. Les marnes, d'abord gypseuses dans la partie supérieure, deviennent de plus en plus homogènes à mesure que l'on descend; elles passent successivement de la couleur rouge lie-de-vin au gris-veiné, au brun, et enfin deviennent noirâtres. Le degré de salure allant toujours en augmentant, et les veines gypseuses devenant de plus en plus rares, le directeur de l'exploitation, trompé dans son attente de trouver du gypse blanc, arrêta les travaux à 18 mètres de profondeur, au moment peut-être où quelques coups de pioche de plus allaient découvrir le premier banc de sel gemme. Dans ce travail, on perça deux petites couches de $0^{m},20$ de calcaires dolomitiques, ressemblant beaucoup, par leur éclat et leur cassure, aux bancs que l'on rencontre dans le calcaire conchylien.

Dans toutes les autres localités où l'on a atteint le sel gemme, soit au moyen de sondages, soit par des puits, on a eu à traverser le deuxième groupe de cet étage, et même souvent les points ont été si mal choisis, que plusieurs de ces puits ont traversé en entier le terrain keupérien. Le puits foncé à Grozon, situé à 5 kilomètres au sud-ouest d'Arbois, a été placé au milieu du village, à 10 mètres de profondeur dans le second groupe; aussi, malgré une grande quantité de déblais provenant d'incendies qui recouvrent le sol, le sel gemme a-t-il été atteint à 86 mètres de profondeur. La première couche de sel a une puissance de $7^{m},70$; la roche est de couleur gris-blanc, veiné de brun, à texture sub-fibreuse, quelquefois compacte, et à cassure raboteuse. Au-dessous se trouvent des marnes salifères, schisteuses, noirâtres, veinées de gypse fibreux, blanc et rouge, et sillonnées par une mince assise de sel gemme. Les travaux ont été arrêtés dans ces marnes, à une profondeur de 3 mètres.

Ces deux puits de Grozon et de Laffenet sont les seuls points où j'aie pu étudier le premier groupe de l'étage inférieur; car dans les autres localités le sel gemme a été atteint au moyen de sondages, et l'on sait dans quel mauvais état de conser-

vation se trouvent les matières ramenées par la sonde. Aussi je ne me sers du résultat de ces sondages que comme d'un moyen de vérification.

Les anciennes salines royales de Salins et de Montmorot, alimentées par des sources salées, sortant toutes de l'étage inférieur du keuper, ont été les premiers points où l'on ait trouvé le sel gemme dans le Jura. Les premiers sondages, commencés en 1826, dans l'intérieur des salines de Salins et d'Arc-et-Senans, furent promptement abandonnés et n'aboutirent qu'à la perte de la principale source. Quatre ans après, au mois de juillet 1830, un nouveau sondage, entrepris dans la saline de Montmorot, atteignit pour la première fois le sel gemme, à une profondeur de 130 mètres. La sonde en perça sept couches entrecoupées de minces assises marneuses salifères. La roche, d'abord grisâtre, devint ensuite blanche et rose, et l'on s'arrêta dans le sel gemme rosâtre, après en avoir traversé 33 mètres. Le sondage de Salins, repris en mars 1831, rencontra le sel gemme à 237 mètres; on perça huit couches et on s'arrêta sur un banc de sel blanc et rosé. Depuis lors, la nouvelle administration des salines a fait exécuter à côté des premiers plusieurs sondages qui n'ont conduit à aucun résultat qui ne soit déjà connu. Je ne donne pas la succession des couches traversées dans ces différents sondages, parce que j'attache très peu d'importance à ces sortes de séries, faites par des hommes complétement étrangers aux premiers éléments de la science, et que d'ailleurs je donne des coupes prises dans des carrières à ciel ouvert et offrant tout le degré d'exactitude possible (1).

Les sources d'eau salée sont assez nombreuses dans le Jura; outre celles de la saline de Salins, de Montmorot et de Grozon, on en rencontre encore dans la vallée des Nans-sous-Gardebois, près Champagnole. Toutes ces sources, excepté celle de la grotte B du puits à *muire* de Salins, sont peu saturées et ne varient guère que de 2 à 10 degrés; aussi les a-t-on presque toutes abandonnées, depuis qu'au moyen de trous de sonde on inonde les bancs pour les dissoudre. On remarque dans toutes ces sources que plus il pleut et plus elles sont salées; ainsi, à l'étang du Saloir, près Montmorot, la source ordinairement à 7 degrés s'élève à 8; et la grotte B du puits à muire de Salins, dont la saturation ordinaire est de 19 degrés, s'élève quelquefois après de grandes pluies à 22 degrés. Ces sources renferment un assez grand nombre de substances étrangères, qu'elles ont dissoutes pendant leur traversée; une analyse des différentes sources de la saline de Salins y a constaté l'existence des carbonates de chaux et de magnésie, des chlorures de magnésium, de potassium et de sodium, des sulfates de chaux, de magnésie, de potasse, de soude, un peu de fer et enfin du bromure de potassium.

Paléontologie. — On n'avait pas encore trouvé de fossiles dans ce groupe,

(1) M. Levallois, ingénieur des mines, qui a dirigé les premiers sondages de Salins et de Montmorot, donne la série des couches traversées, dans une *Note sur le gisement du sel gemme dans le département du Jura* (*Annales des mines*, 4e série, tome IV).

lorsque le creusement du puits de Grozon amena la découverte d'un petit *Pecten* ressemblant beaucoup au *P. paradoxus* de Münster, mais probablement d'une espèce nouvelle; on y découvrit aussi une empreinte d'une petite Ammonite indéterminable de la famille des *Ceratites*. Ces deux fossiles ont été trouvés dans les marnes schisteuses salifères, placées au-dessous du premier banc de sel gemme. Du reste, comme ce groupe n'a encore été étudié qu'au moyen de trous de sonde et de deux puits, on ne peut rien affirmer sur sa faune; cependant il est probable que les fossiles y sont en petit nombre quant aux espèces et aux individus; car les matières qui se déposaient renfermaient beaucoup de substances contraires à la vie, ou peu propres au développement de l'organisme qui s'était montré pendant les deux premières périodes triasiques.

Comme ce groupe n'a pas été traversé en entier, je ne peux donner pour sa hauteur moyenne qu'une puissance présumée de 80 mètres.

Second groupe. . { (*a*) Premier banc de dolomie.
(*b*) Cristaux de sulfate de chaux et gypses noirâtre et rouge.
(*c*) Houille, marnes et grès micacés.

Le deuxième groupe se subdivise en trois sous-groupes, que, pour plus de clarté, je vais décrire séparément.

(a) *Premier banc de dolomie.*

Pétrographie et géognosie. — Ce banc ne se montre à découvert qu'à Laffenet, près Salins, à l'entrée des deux carrières de gypse situées le plus au Sud. C'est un calcaire très compacte, à texture serrée, à cassure inégale, de couleur gris de fumée, quelquefois jaunâtre. La structure en petit est subschisteuse, s'enlevant par feuillets minces et se désagrégeant facilement lorsqu'il est exposé à l'action des agents atmosphériques. La masse du banc est mal stratifiée et ressemble à un mur qui serait formé de petits carreaux d'inégale hauteur. De nombreuses veines très minces de gypse fibreux, blanc, se trouvent entre les joints de stratification, surtout dans la partie supérieure.

Paléontologie. — Je n'ai pas encore trouvé de fossile dans cette subdivision. — La hauteur est de 4 mètres.

(b) *Cristaux de sulfate de chaux et gypses noirâtre et rouge.*

Pétrographie et géognosie. — Le premier banc de dolomie est subordonné à une masse énorme de gypse marneux noirâtre, à structure très variable, et qu'il est assez difficile de décrire dans un même ensemble. Cependant les caractères généraux ne changent pas et se retrouvent tous dans les diverses localités où l'on peut étudier ce sous-groupe. Ces localités sont Laffenet, Praille et Boisset, près de Salins, les Nans-sous-Gardebois, Pymont et Montmorot, près de Lons-le-Saulnier.

Le faciès général est une très grande quantité de cristaux de gypse à éclat nacré sur les grandes faces de clivage, ordinairement incolore, quelquefois cependant coloré en rouge ou en rose. Les formes de groupement des cristaux sont tantôt simples à base rhomboïdale, disposés par couches superposées et parallèles, ou bien formant des faisceaux qui s'entre-croisent, comme cela arrive dans la variété de couleur rouge-pourpre ; d'autres fois, mais plus rarement, deux cristaux semblables se juxta-posent en sens contraire et dans une position parfaitement symétrique par rapport au plan de jonction. Enfin, on y trouve des polyalithes, surtout dans la variété rouge à cristaux fasciculés.

On rencontre aussi assez fréquemment des filons de gypse soyeux ou fibreux, blanc ou rosé, à fibres droites et contournées, ressemblant à un tissu de soie et disposés sous forme de petites veines de $0^{m},01$, qui sillonnent dans tous les sens des marnes irisées ou des couches de gypse compacte.

Les autres gypses que l'on rencontre dans ce sous-groupe sont compactes, peu homogènes, à cassure terreuse, de diverses couleurs, le gris noirâtre et le rouge brun dominant ; plusieurs veines sont d'un rouge pourpre et offrent des géodes de gypse à couches concentriques et de forme ellipsoïdale. On rencontre quelquefois des bancs de gypse blanc anhydre, mais jamais de gypse blanc compacte, pouvant servir de pierre à plâtre. Du fer en plaquettes, recouvertes de petits mamelons pisolitiques, ainsi que des rognons ocreux, se trouvent quelquefois dans cette division. Le sel a presque entièrement disparu, et n'est plus représenté que par quelques nids, peu étendus, et le plus souvent rapidement dissous par les nombreux courants d'eau qui sillonnent les assises de ce groupe.

La stratification est très confuse et montre un enchevêtrement continuel des assises de marnes et de gypses. Ces marnes, le plus ordinairement plastiques et de couleur rouge-brun et bleuâtre, sont souvent subschisteuses, et forment comme des feuillets séparés les uns des autres par des veines de gypse rouge, gris ou rose. Mais, à mesure que l'on s'élève, la stratification devient plus distincte et les dernières couches sont des assises régulières de marnes alternant avec des gypses gris. Cette irrégularité dans la stratification donne lieu à un phénomène assez singulier produit par les eaux, qui sillonnant ce groupe en tous sens, forment dans différents points des amas de stalactites gypseuses, analogues à celles des grottes calcaires. Ces stalactites de sulfate de chaux peuvent surtout s'observer à Laffenet, où l'on en rencontre une assez grande quantité.

Paléontologie. — On ne trouve pas de fossiles dans ce sous-groupe. — Hauteur moyenne, 12 mètres.

(c) *Houille, marnes et grès micacés.*

Pétrographie et géognosie. — Les dernières couches du sous-groupe précédent sont très noires et commencent à contenir quelques traces de houille, qui finissent

par prédominer et par former un banc qui atteint quelquefois un mètre de puissance. Cette houille est le plus ordinairement terreuse, très friable, à éclat vitreux; elle devient quelquefois assez compacte, et alors elle a une cassure conchoïdale plus ou moins prononcée, terne ou luisante. On la rencontre aussi à l'état schisteux, par feuillets plus ou moins épais, et dans ce cas elle devient très terreuse. Les accidents minéralogiques sont très fréquents dans cette couche; ainsi on y rencontre en abondance des veinules et des nids de fer carbonaté et de l'oxyde de fer rouge non hydraté, des cristaux de sulfure de fer et de nombreux sillons de sulfate de chaux, assez minces, fibreux, plumiformes et de couleur blanc-jaunâtre. Des rognons pugilaires de calcaire anhydre imprégné de bitume se rencontrent aussi assez fréquemment.

La stratification est assez régulière; mais la couche a une puissance qui varie beaucoup d'une localité à une autre et souvent elle ne se rencontre qu'à l'état rudimentaire : ainsi, à Pymont, à Grozon et à Marnoz, près de Salins, elle varie de 60 centimètres à 1 mètre, quelquefois même elle s'abaisse jusqu'à 30 centimètres; de sorte que son exploitation peut offrir encore certains avantages; mais, dans la plupart des autres points du Jura salinois où cette couche affleure, elle n'atteint que quelques centimètres, et quelquefois même elle n'est représentée que par une mince assise de 2 centimètres de calcaire anhydre imprégné de bitume, comme à Laffenet et à Boisset. En général, on remarque que cette couche est beaucoup plus puissante à mesure que l'on s'approche des rivages vosgiens et herzyniens, et que c'est sur le pourtour de ces deux falaises qu'elle est le plus continue et le plus régulière.

Au-dessus de la houille se trouvent des marnes irisées, très plastiques, ayant quelquefois des couleurs très vives et très variées, et d'autres fois une couleur mate, jaune et brun. Dans ces couches de marnes se trouvent plusieurs assises de grès schisteux, verdâtres, micacés, séparés dans les joints de stratification par des veinules de gypse fibreux, blanc, présentant quelques géodes gypseuses. La dernière couche de ces grès passe à un macigno marneux, cimenté par une grande quantité d'oxyde de fer rouge. Enfin, au-dessus se trouve une assise assez mince de marnes très bitumineuses, noires, avec taches rouge-brun ou marron, qui est subordonnée au second banc de dolomie, lequel commence l'étage moyen. Ces assises marneuses et ces grès sont très bien stratifiés et présentent un développement de 7 mètres, qui est ainsi la distance qui sépare la houille de l'étage moyen.

Paléontologie.—Les seuls fossiles que l'on rencontre sont des débris de végétaux, qu'il est encore extrêmement rare de trouver dans un bon état de conservation. Je n'ai recueilli qu'une seule empreinte reconnaissable du *Pecopteris Meriani*, Brong., à Grozon, et un débris de bois fossiles appartenant à la classe des Dicotylédonées. Dans le Jura bâlois, l'Alsace et le Wurtemberg, les fossiles y sont moins rares. On y rencontre assez abondamment, surtout dans le Wurtemberg,

plusieurs espèces d'*Equisetum*, de Fougères et de Cycadées, qui se trouvent dans un grès gris-verdâtre (*Grauer Sandstein, nach oben plattenförmig und glimmerreich mit Equiseten und Farrenkräutern*, des géologues wurtembergeois), ainsi que des débris de poissons et de reptiles, appartenant aux genres *Ceratodus*, *Metopias* et *Mastodonsaurus*. Ces derniers fossiles sont répandus dans les couches d'un calcaire marneux, jaunâtre, formant les premières assises du lettenkohle (1), qui représente en Wurtemberg mon étage inférieur du keuper, dont le développement dans les Monts-Jura et la Lorraine est immense par rapport à celui qu'il atteint dans tout le Wurtemberg. C'est surtout dans les environs de Ludwigsburg, près de Stuttgard, que l'on rencontre en abondance, dans le calcaire jaune du lettenkohle, ces belles dents des *Ceratodus runcinatus*, *palmatus*, *Kurrii*, *Guilielmi*, *Kaupii*, etc.

Ce dépôt de houille keupérienne, provenant de la décomposition des végétaux entraînés par les courants océaniques de la mer triasique, indique un grand développement de la végétation dans les îles vosgiennes et herzyniennes, et suppose par conséquent un laps de temps assez long, entre la dislocation du Schwartzwald et l'époque où il s'est formé. Ce fait peut servir de point de départ pour les recherches relatives à l'âge approximatif de la période triasique.

La flore keupérienne est peu connue et présente encore un grand nombre de lacunes, qui empêchent de pouvoir en déduire des généralités si nécessaires à l'histoire végétale de notre globe. Cependant un fait très remarquable et caractéristique du keuper est l'apparition et un grand développement des plantes de la famille des Cycadées, et une absence complète de Conifères, qui, cependant, abondent dans les périodes antérieures, comme dans celles qui l'ont suivi.

Étage moyen ou gypsifère.

Caractères généraux. — A la partie inférieure, on rencontre un second grand banc de dolomie, des gypses blancs, des marnes gypseuses rouge lie-de-vin et du gypse amygdaloïde, et à la partie supérieure, un troisième grand banc de dolomie, des gypses blancs et veinés, et des grès.

Les deux bancs de dolomie subdivisent cet étage en deux groupes et servent d'horizon géognostique.

Premier groupe. . { (*a*) Second banc de dolomie.
(*b*) Marnes gypseuses, rouge lie-de-vin.
(*c*) Gypses blancs compactes et amygdaloïdes.

(1) Cette couche correspond au *Porösekalk*, n° 8, de M. Levallois. Voir *Identité des formations qui séparent dans la Lorraine et dans la Souabe le calcaire à gryphites* (*lias*) *du muschelkalk*, par M. Levallois (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re série, t. II, p. 23).

(a) *Second banc de dolomie.*

Pétrographie et géognosie. — Un calcaire marneux, bleuâtre, sub-schisteux, un peu dolomitique, forme le passage entre les assises supérieures de l'étage salifère et les assises inférieures de l'étage gypsifère. Cette couche, d'une assez faible puissance, passe immédiatement au calcaire compacte magnésien, dont les assises, généralement à découvert, ont été considérées comme formant un horizon géognostique, dans la Lorraine, l'Alsace et la Franche-Comté. Je ferai remarquer que l'on ne doit pas attacher une bien grande confiance à cet horizon ; car ce banc de dolomie, ne différant pas pétrographiquement des autres couches magnésiennes que l'on rencontre dans le même terrain, ne renferme aucun fossile; et, lorsque les couches gypseuses placées au-dessus et au-dessous ne sont pas à découvert, il pourrait très bien arriver que l'on prît un banc pour un autre. Ainsi, par exemple, à Beurre, près Besançon, la couche dolomitique que l'on y observe au-dessus des gypses n'est point la même que celle que l'on trouve à Pymont et à l'entrée des carrières de Boisset; elle est plus récente de toute l'épaisseur d'un étage.

Le second banc de dolomie est formé d'un calcaire compacte, quelquefois grenu et sub-cristallin, de couleur gris de fumée ou gris-clair, et jaunâtre à l'extérieur. Sa texture est serrée, souvent très fine, et il offre alors des blocs qui pourraient servir pour la lithographie. La cassure est variable, conchoïdale, lisse dans les roches massives, âpre et raboteuse dans les roches sub-cristallines. Il se brise par morceaux ayant deux faces parallèles, à angles obtus, et en esquilles à bords tranchants. Plusieurs couches présentent des accidents caverneux formés par des lamelles de carbonate de chaux, assemblées le plus souvent en forme de parallélogramme ou de trapèze ; c'est le calcaire caverneux de Charbaut. D'autres présentent des cellules anguleuses se croisant dans tous les sens, formant comme une masse spongieuse, enduite d'une couche ocreuse, couleur rouge-brun ; c'est la *rauhwacke*, ou dolomie foraminée de M. Hugi.

Les accidents sont assez nombreux ; on y rencontre des couches de couleurs rosâtres, teintes par de l'oxyde de fer, avec des cristaux spathiques. D'autres assises à texture subcristalline renferment une très grande quantité de petits points de la grosseur d'une tête d'aiguille, et colorés en noir par du manganèse.

La stratification, très régulière dans la masse, offre en petit un grand nombre d'accidents de fendillement perpendiculaires aux strates. Les couches de rauhwacke alternent plusieurs fois avec les assises compactes ; et le calcaire caverneux se trouve accidentellement dans plusieurs couches, et surtout entre les joints de stratification de la masse. — La hauteur moyenne de ce sous-groupe est de 6 mètres.

Paléontologie. — Les fossiles manquent complétement, et je n'ai jamais appris qu'aucun géologue en eût trouvé dans ce sous-groupe.

(b) *Marnes gypseuses rouges lie-de-vin.*

Au-dessus de la dolomie se trouve une faible couche de marnes blanches un peu magnésiennes, devenant gypseuses. Puis ensuite des assises de gypse gris-blanchâtre, veiné de rose et de brun, à cassure variant du sub-conchoïdal au terreux, et à structure compacte. Le gypse devient ensuite marneux et finit par être remplacé par une énorme assise de marnes rouges lie-de-vin, maculées de nombreuses taches vertes, à structure sub-schisteuse, et à texture terreuse et très friable. Cette marne rouge lie-de-vin est sillonnée en tous sens, mais surtout perpendiculairement aux strates, par de minces veines de deux à un centimètre de gypse rose sub-fibreux; et renferme, à sa partie supérieure, de petits rognons de gypse blanchâtre, saccharoïde, à cassure mate.

La structure est assez régulière, surtout dans la partie inférieure, où se trouvent les gypses. — La hauteur moyenne est de 10 mètres.

(c) *Gypses blancs, compactes et amygdaloïdes.*

Ce groupe est très difficile à caractériser. Composé d'une nombreuse série d'assises successives de marne et de gypse, il varie d'une localité à l'autre, sans cependant qu'on puisse le confondre jamais avec aucun des autres sous-groupes. Ses caractères les plus constants sont, pour les marnes, des assises assez minces variant de $0^{m},05$ à $0^{m},30$, et alternant continuellement avec les couches de gypse. La structure ordinaire de ces marnes est terreuse, souvent fragmentaire; elles sont irisées; le violet y domine, et quelquefois le brun-noirâtre avec des sables de même couleur. La plupart de ces assises marneuses renferment du gypse amygdaloïde, aggloméré ou libre, blanc, rose et violâtre, et enveloppé dans les marnes par des veinules de gypse blanc fibreux. La dimension des rognons varie de la grosseur du poing à celle d'une noix.

Le gypse qui, jusqu'à présent, ne s'est montré que dans un état assez impur, mélangé de marne et d'argile, apparaît par bancs nombreux, variant de 30 centimètres à 1 mètre. Il est saccharoïde, blanc, veiné quelquefois de gris, très compacte, à cassure mate, quelquefois sub-conchoïdale. On rencontre assez souvent dans cette subdivision des bancs de gypse blanc, anhydre, très compacte, à cassure écailleuse et raboteuse: ce gypse, désigné par les carriers sous le nom de *gypse à feu*, est tout à fait impropre à la fabrication du plâtre.

On y rencontre assez souvent des assises de $0^{m},20$ d'épaisseur de dolomie marneuse, très fragmentaire, de couleur gris-clair, puis des assises de grès marneux, grisâtres, passant souvent à l'état de sable et renfermant des rognons calcaréo-gypseux. Une couche de calcaire marneux, jaune, divisé par des lamelles de carbonate de chaux, très compacte, quelquefois bréchiforme, ressem-

blant entièrement, par sa composition et son faciès, à l'assise avec dents de *Ceratodus* du *lettenhkole* de Ludwigsburg, se rencontre assez généralement dans le milieu de cette division.

La stratification est régulière, ainsi qu'on peut l'observer dans toutes les carrières à ciel ouvert, et elle ne permet pas d'admettre une disposition par amas gypseux, comme ont cru le voir la plupart des géologues qui ont écrit sur cette partie du Jura. — La puissance moyenne de ce sous-groupe est de 20 mètres.

Second groupe. . { (*a*) Troisième banc de dolomie.
(*b*) Gypse blanc et grès.

(a) *Troisième banc de dolomie.*

Le calcaire magnésien, qui forme ce troisième banc, est très compacte, à cassure écailleuse; les fragments sont à angles droits ou aigus, très tranchants; la couleur varie du gris de fumée au gris clair. La texture très fine est souvent interrompue par de nombreuses cellules, imprégnées de petits cristaux de sulfate de chaux, ou de pisolites de gypse blanc et rose, anhydre. Plusieurs couches de rauhwacke se trouvent interposées entre les assises, et souvent forment en entier ce banc. Le carbonate de magnésie, très abondant, est presque en même proportion que le carbonate de chaux. La stratification, en petite masse, est assez diffuse et présente un ensemble qui, comme dans le premier banc de dolomie, ressemble à un mur de carreaux d'inégale hauteur. Les couches, assez minces, ont de $0^m,2$ à $0^m,10$, et présentent de nombreux fendillements perpendiculaires aux strates. — La hauteur moyenne est de 3 mètres.

(b) *Gypse blanc et grès.*

Immédiatement au-dessus du troisième banc de dolomie se trouvent de grands bancs de gypse blanc, alternant avec quelques couches minces de marnes grises et de grès. Le gypse est compacte, saccharoïde, à cassure mate et écailleuse; sa couleur varie du blanc laiteux au gris cendré, veiné de brun ou de rose. Une couche de marnes grisâtres, sillonnées de veines de gypse blanc fibreux et renfermant de gros rognons de gypse rose très compacte, se rencontre au milieu de cette division. Dans la partie supérieure, on trouve deux assises de grès gris, à ciment calcaire ou gypseux, à structure schisteuse, séparées dans les joints de stratification par des veinules de gypse blanc fibreux.

Les strates, très distinctes et très régulières, varient d'épaisseur pour les gypses de 1 à 4 mètres, et pour les grès et les marnes de 20 à 30 centimètres. Dans cette subdivision on ne rencontre plus de gypse anhydre, comme dans le premier groupe de cet étage. De sorte que plus on s'élève, plus les gypses deviennent propres à servir pour la fabrication du plâtre et augmentent de puissance. La

dernière couche gypseuse qui termine le groupe et la série des gypses, atteint quelquefois 6 mètres de puissance, et ne s'abaisse guère au-dessous de 3 mètres. -- La hauteur moyenne du sous-groupe est de 10 mètres.

Distribution géographique de l'étage gypsifère. — Le premier groupe et surtout le second banc de dolomie peuvent s'observer presque partout où affleure le keuper. De nombreuses carrières de gypse sont ouvertes dans ce groupe, surtout aux environs de Salins, où l'on peut en étudier une vingtaine, et à Pannesière, près de Lons-le-Saunier. Le second groupe s'observe plus difficilement; cependant on le rencontre bien développé et offrant des séries très complètes, à Laffenet, Boisset et Chenoz, près de Salins; à Grozon, près d'Arbois; à Nevy et à Courbouzon, près de Lons-le-Saunier.

Paléontologie. — Jusqu'à présent on n'a pas encore rencontré un seul fossile dans les gypses et les marnes gypseuses des deux étages inférieur et moyen du Jura-keupérien (1). Cette absence complète de fossiles est la preuve la plus grande que l'on puisse invoquer pour expliquer l'origine des gypses, des sels gemmes et des dolomies. En effet, plusieurs géologues ont attribué la formation de ces roches à des causes plutoniques, produites pendant la dislocation du Jura, et qui auraient modifié les roches primitives du keuper. Mais alors comment se rendre compte de cette absence de fossiles? car on ne peut pas admettre une interruption dans les phénomènes biologiques, qui offrent un très grand développement dans les périodes antérieure et postérieure, sans l'attribuer à une cause destructrice de l'organisme et entièrement opposée à son développement ou à son apparition. D'ailleurs on ne peut pas supposer que les gaz sulfureux et autres, qui auraient modifié et rendu gypseuses ou dolomitiques les roches primitives keupériennes, eussent détruit toutes les traces et même les empreintes et les moules intérieurs des fossiles; car l'on sait que dans les Alpes, où presque toutes les couches ont été modifiées et même complétement changées, on rencontre des fossiles à l'état de moule et même avec leur test; ainsi, les localités de la montagne des Fis, de Schratten, du Faulhorn, du Buet et du Reposoir en offrent un grand nombre à l'état charbonneux ou sub cristallin.

De sorte que l'absence de fossiles, dans une localité sub-pélagique comme le Jura salinois, ne peut être attribuée qu'à l'existence de substances contraires au

(1) Je ne connais encore qu'une seule exception; ce sont deux échantillons de gypses blanc-grisâtre, présentant à leurs surfaces trois moules de Trigonies, lisses, sans ornements, et ayant les crochets arqués du côté buccal, ce qui, comme on le sait, constitue un sous-genre caractéristique du trias, et que M. Bronn a appelé *Myophoria*. Ce fossile inédit m'a été communiqué par M. Kurr, professeur de géologie à l'École polytechnique de Stuttgard, qui l'a rencontré aux environs de cette ville, dans le groupe du *Gyps und Mergel*, des géologues wurtembergeois; groupe qui correspond à mon étage moyen. Ici encore, le développement de mon étage moyen est bien supérieur à celui du groupe correspondant en Wurtemberg, où les assises du gypse sont beaucoup moins puissantes, ainsi que celles de dolomie; ces dernières manquent le plus souvent ou sont rudimentaires, ainsi que j'ai pu l'observer dans les environs de Tübingen et à Unter-Turkheim, près de Stuttgard.

développement des animaux et des plantes dans la mer keupérienne. Or, ce sont précisément ces substances magnésiennes et sulfureuses qui ont contribué à la formation des gypses et des dolomies, et après le dépôt desquels les êtres organisés ont reparu dans l'étage supérieur, où ils offrent un assez grand développement d'individus.

Plusieurs géologues ont cru remarquer que les gypses étaient par amas, formant des espèces de gibbosités dans le terrain ; je dois avouer que je n'ai jamais rien rencontré de semblable dans toute les chaînes des Monts-Jura, ni dans la Souabe, ni à Saint-Léger (Saône-et-Loire). Partout le gypse est très bien stratifié, par couches souvent puissantes et avec les mêmes caractères généraux. Il est vrai que plusieurs assises présentent du gypse amygdaloïde, souvent en très gros rognons, et que lorsque l'exploitation se fait au moyen de puits, il est fort difficile d'observer la stratification ; mais il suffit d'avoir vu plusieurs carrières à ciel ouvert pour constater que les gypses et les dolomies sont régulièrement stratifiés.

L'uniformité qui règne dans l'ordre de succession des assises gypseuses et dolomitiques serait aussi assez difficile à expliquer au moyen de ces substances gazeuses, qui auraient métamorphosé les assises au moment de la dislocation du Jura. Ce serait accorder à ces phénomènes une bien plus grande régularité que celle qui a été observée jusqu'à présent. D'ailleurs comment expliquer ce choix qu'auraient fait les agents intérieurs des couches du keuper, en épargnant les couches jurassiques, qui, comme on le sait, ont été disloquées en même temps, et dans lesquelles on ne rencontre ni sel gemme, ni gypse, et où il existe à peine quelques couches minces un peu magnésiennes, qui ne se trouvent pas le plus souvent dans les endroits où il y a eu les plus grandes dislocations.

D'après les observations précédentes, on voit que je suis loin de partager l'opinion de M. Gressly, qui attribue les sels, les gypses et les dolomies à des émanations gazeuses, arrivées pendant les dislocations jurassiques, et qui auraient modifié les roches keupériennes en s'échappant du fond de cratères d'explosion et de soulèvement (1). Toutes les observations que j'ai faites me conduisent à admettre : 1° que les gypses, les sels gemmes et les dolomies sont dus à des sources minérales très abondantes, sourdant dans la mer keupérienne, par suite de dislocations

(1) Je n'admets pas les cratères de soulèvement pour les dislocations du Jura, et sans émettre aucune opinion en ce moment, je crois devoir dire que les dislocations du Jura ont eu lieu lentement et se sont continuées pendant toutes les périodes crétacée et molassique, surtout dans la partie située au sud du parallèle qui unirait Neuchâtel à Besançon ; et que ce système de montagne, d'abord complétement indépendant du système des Alpes, a plusieurs de ses chaînes, telles que celles du Reculet et du crêt de Chalamme, dont le relief a été sinon complétement déterminé, du moins très augmenté par la dislocation des Alpes (Voir ma *Notice sur les hautes sommités du Jura, comprises entre la Dôle et le Reculet*. Bull. soc. géol. de France, 2e série, t. IV, p. 436) ; mais ceci n'a lieu que pour la partie tout-à-fait E.-S. du Jura. Quant aux autres, leur relief forme un système de dislocation tout à fait à part, et qui, je pense, n'a pas agi dans un sens vertical ; c'est ce que je démontrerai dans la troisième partie de ce Mémoire.

très faibles, et qui n'ont pas amené de changement de stratification avec les terrains antérieurs ; 2° que les dépôts se sont formés avec beaucoup de régularité, et que si l'on observe quelques variétés, c'est seulement dans les divisions secondaires, par suite des modifications inhérentes à tous les dépôts sédimentaires, telles que les couleurs, les assises de sables et de grès, etc. Mais les groupes principaux et les étages se montrent constamment avec leurs caractères généraux dans toutes les chaînes des Monts-Jura (1).

Étage supérieur.

Caractères généraux. — Marnes argileuses irisées, devenant quelquefois calcaires et dolomitiques, de couleur violâtre ou brune; le vert domine à la partie supérieure; elles deviennent ensuite schisteuses, noires, et sont alors très imprégnées d'oxyde de fer, puis elles passent à une marne sableuse, qui finit par être remplacée par du macigno. Des couches de grès et de calcaires sableux se voient entre les couches de marne et finissent par les remplacer entièrement à la partie supérieure.

Trois groupes partagent cet étage et sont caractérisés : le premier, par une masse de roches marno-calcaires et marno-argileuses, bigarrées de couleurs très vives et très variées; le second, par des schistes ardoisiers, noirs, avec interposition de grès et de calcaires ; enfin le troisième comprend les grès généralement connus sous le nom de quadersandstein.

Premier groupe : Marnes argileuses et calcaires, irisées, avec couches de dolomie subordonnées.

Pétrographie et géognosie. Les gypses sont recouverts par une énorme série d'assises de roches marno-calcaires et marno-argileuses, schisteuses ou bien se divisant en petits fragments dont les dimensions sont sensiblement égales. Texture compacte ou pâteuse, le plus souvent à pâte très fine et serrée. Cassure lisse dans les variétés marno-calcaires, et terreuse dans les autres. Lescouleurs, souvent très intenses, sont variées et offrent des nuances du plus bel effet, formant des zones rubanées; celles qui dominent sont le violâtre, le brun, le blanc sale, le gris, le jaunâtre et le vert : cette dernière couleur appartient principalement à la partie supérieure.

La stratification est très régulière. Les assises dont l'épaisseur varie de 10 à 40 centimètres alternent avec des bancs de marnes argileuses et calcaires, et quelquefois même avec des couches plus ou moins puissantes de calcaire magnésien.

Paléontologie. Les fossiles sont extrêmement rares ; je n'ai trouvé qu'une seule plaquette de calcaire un peu dolomitique, contenant des moules de *Pecten.* — La puissance moyenne est de 12 mètres. — Ce groupe se présente avec des caractères identiques dans les environs de Saint-Léger (Saône-et-Loire), ainsi que j'ai pu

(1) Dans un prochain travail, je réunirai les observations que je fais sur le keuper, dans tous les Monts-Jura, et je comparerai ce terrain, avec celui du même âge que l'on rencontre dans le Wurtemberg, la Lorraine et 'a Bourgogne.

l'observer, surtout à l'entrée de la carrière de gypse de M. Bidremann, située à Bel-Air. Dans la Souabe, les assises qui le composent atteignent un développement beaucoup plus considérable, surtout à la partie inférieure où l'on rencontre une épaisseur assez considérable de couches de grès vert et rougeâtre, renfermant une très grande quantité de végétaux; c'est le véritable *Schilfsandstein* (1) de M. Jæger, avec ses nombreux *Calamites arenaceus*, *Equisetum columnare*, *Pecopteris stuttgartiensis*, *Pterophyllum Jægeri*, etc., passés à l'état de grès. Cette division du grès à roseaux n'existe pas dans le Jura salinois, ainsi qu'un assez grand nombre d'assises d'un grès blanc-jaunâtre, sans fossiles, que l'on trouve intercalées dans les marnes irisées des environs de Tübingen et de Stuttgart. Les divisions établies par M. Quenstedt, qui correspondent à mon premier groupe de l'étage supérieur du keuper, sont : *Grüner und rothscheckiger Sandstein* et *Buntscheckige Mergel*.

Deuxième groupe. . { (*a*) Grès de Boisset.
(*b*) Schistes ardoisiers et calcaire à *Cypricardia*.

(a) *Grès de Boisset.*

Pétrographie et géognosie. Je n'ai encore pu observer ce grès que dans les deux localités de Grozon et de Boisset; dans cette dernière surtout il est très développé et présente la plus belle composition minéralogique. C'est un grès blanc, à grain souvent assez gros, cimenté par de l'argile colorée en vert par du fer hydrosilicaté; de sorte qu'il ressemble quelquefois au grès vert de la période crétacée. La texture est souvent très serrée et compacte, et présente par sa résistance une cassure très accidentée. On y rencontre, surtout à la partie inférieure, beaucoup de petits fragments noirs, charbonneux (provenant de débris d'*Hybodus*), des paillettes de mica et des grains de feldspath rose; mais le quartz est la roche dominante.

La stratification est régulière, par assises assez minces, avec quelques couches marneuses entre les strates. — Hauteur moyenne, 1 mètre 50 centimètres.

Paléontologie. C'est dans ce groupe que commencent à paraître les fossiles keupériens; mais ils sont encore extrêmement rares, sauf une très grande quantité de dents et quelques rayons de nageoires provenant de plusieurs espèces d'*Hybodus*, Agass., qui constituent dans les assises inférieures un véritable *bone-bed*. On rencontre aussi quelques dents d'*Acrodus*, Agass., des vertèbres de Sauriens et quelques fragments de Crustacés. Ainsi l'on voit qu'aussitôt la disparition des dépôts gypseux et dolomitiques, les êtres organisés commencent à reparaître et à offrir des types de la période triasique. Ce grès correspond, en partie, au *Weisser Sandstein* des géologues wurtembergeois.

(1) Voir, *Das flözgebirge Würtembergs*, par Quenstedt, p. 88 et suivantes; et *Beitrag zu einer Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers*, par d'Alberti; Stuttgard, 1834.

(b) *Schistes ardoisiers et calcaire à* Cypricardia.

Pétrographie et géognosie. Marnes noires, homogènes, très schisteuses, se délitant en feuillets extrêmement minces, et se désagrégeant facilement. La plupart des couches sont imprégnées de matières bitumineuses et d'une grande quantité d'oxyde de fer. La stratification est très régulière, et les assises qui ont un mètre de puissance alternent avec des couches de calcaire marneux, hautes de 30 centimètres, de couleur bleue, grisâtre, jaune à l'extérieur, et se divisant en feuillets dans les parties en contact avec les schistes ardoisiers. Ces calcaires, dont la disposition est analogue à celle d'un lit de pavé, renferment accidentellement des nids ferrugineux et bitumineux, et quelques veines spathiques assez rares. — La puissance du sous-groupe est de 8 mètres.

Paléontologie. On rencontre un assez grand nombre de fossiles appartenant aux coquilles acéphales et au règne végétal. Les schistes ardoisiers renferment en abondance des moules de *Posidonia keuperina*, Nob., de *Pecten* et d'autres bivalves indéterminables; des tiges et même des empreintes de feuilles de *Calamites*, passées à l'état bitumineux. Les calcaires contiennent aussi des moules de bivalves et de végétaux, souvent même en si grande quantité qu'ils forment une lumachelle. Le fossile le plus abondant est la *Cypricardia keuperina*, Nob., *nov. spec.*; on ne la rencontre qu'à l'état de moule calcaire, et seulement dans une couche qui se trouve au tiers supérieur de cette division. Les tiges de végétaux sont aussi extrêmement nombreuses dans ce calcaire, et paraissent appartenir, pour la plupart, à des Monocotylédonées, telles que *Calamites* et *Equisetum;* mais leur mauvais état de conservation ne permet pas une détermination certaine. Cette subdivision correspond à la partie supérieure du *Weisser Sandstein* avec *Kohlen* du keuper du Wurtemberg.

Troisième groupe. . { (*a*) Calcaires cloisonnés et fétides.
{ (*b*) Schilfsandstein, Quadersandstein et Macigno.

(a) *Calcaires cloisonnés et fétides.*

Pétrographie et géognosie. A la partie supérieure, les schistes ardoisiers deviennent moins noirs, moins schisteux, et finissent par être remplacés par un calcaire marneux, jaunâtre, le plus souvent cloisonné en tous sens par du carbonate de chaux. La structure en petit est assez diffuse, et la cassure, très inégale, varie aussi beaucoup, suivant le degré de compacité de la couche. Des nids sableux et ocreux sont assez fréquents, et remplissent souvent les cellules de carbonate de chaux. On y rencontre aussi, mais plus rarement, des empreintes charbonneuses et des veines spathiques. Plusieurs couches minces de marnes grises, jaunes, un peu bitumineuses, et passant aux grès, se trouvent interposées entre les couches calcaires. Les grès sont alors gris, très schisteux, et ren-

ferment souvent de nombreuses impressions végétales à l'état charbonneux et méconnaissables. Dans la partie supérieure, le calcaire devient un peu sableux et renferme une grande quantité de matière bitumineuse, qui lui donne une odeur fétide lorsqu'on le casse ; il est alors gris-bleuâtre, et l'on y voit de nombreuses veines de bitume.

La stratification est régulière et ne présente que des fendillements perpendiculaires aux strates. — La hauteur moyenne des assises est de 30 centimètres, et celle du sous-groupe entier est de 7 mètres.

Paléontologie. Les fossiles, quoique en assez grand nombre sous le rapport des individus, sont indéterminables. Ils appartiennent tous à la classe des Acéphales, et plus particulièrement aux genres *Pecten, Posidonia* et *Avicula.*

(b) *Schilfsandstein, Quadersandstein et Macigno.*

Pétrographie et géognosie. Des marnes sableuses, grises, jaunâtres, souvent subschisteuses, avec impressions bitumineuses, séparent cette division du calcaire fétide, et se trouvent interposées entre les bancs de grès à roseaux (*schilfsandstein*) et à carreaux (*quadersandstein*). Ces grès micacés, gris-jaunâtres, très peu développés et cependant très constants dans le Jura, sont à grains fins, à ciment de calcaire spathique, à cassure esquilleuse, présentant une surface très inégale, âpre, et à arêtes assez tranchantes. La couleur varie du bleuâtre-foncé au gris-jaunâtre, avec des taches ou petits points d'hydroxyde de fer jaune. A la partie supérieure, le ciment calcaire est remplacé par une pâte argilo-calcaire, très bitumineuse, qui fait passer ces grès à un macigno, de couleur jaune-grisâtre. Enfin, la dernière couche keupérienne, en contact immédiat avec le calcaire à Gryphées arquées du lias, est une assise de marnes argileuses irisées, de couleur bleue, brune et rougeâtre, faisant fortement effervescence avec les acides, et renfermant des concrétions calcaires.

Les strates, d'une grande régularité, sont sub-schisteuses et d'une assez faible épaisseur ; ainsi les schilfsandsteins qui sont les premiers grès que l'on rencontre en s'élevant, n'ont que 18 centimètres de puissance, et les quadersandsteins 10 centimètres ; ces derniers présentent à leur surface des ondulations qui ont dû être produites par le mouvement des vagues, et qui sont tout à fait analogues à celles que l'on voit sur les plaques de grès, avec empreintes de pattes de *Mastodonsaurus*, du *Krystallisirte sandstein* des *Buntschekige Mergel*, que l'on voit dans les musées de Tübingen et de Stuttgart. — La hauteur moyenne est de 3 mètres.

Paléontologie. Ces grès renferment très peu de fossiles ; la plupart sont des végétaux appartenant aux genres *Calamites* et *Equisetum ;* leur mauvais état de conservation ne permet pas de détermination rigoureuse ; ils sont de la même nature que la roche qui les renferme, et se présentent comme un mélange de tiges et de feuilles herbacées entrelacées ; c'est un *schilfsandstein* analogue à celui que l'on trouve au-dessus des gypses dans le Würtemberg. Les fossiles du règne animal,

sont très peu nombreux; ils appartiennent aux genres *Pecten*, *Avicula*, *Lima* et *Asterias*, et ne se rencontrent qu'à l'état de moules assez mal conservés. Je dois dire que je n'ai jamais rencontré dans ces couches de Gryphées, d'Ammonites, de Bélemnites ni de Nautiles, ces fossiles si caractéristiques de la période jurassique; aussi ai-je réuni ces assises au keuper, et limité ce dernier terrain au calcaire à Gryphées du lias, commençant presque toujours par la couche à *Cardinia*, avec une mince assise de *bone-bed*. Plus loin, lorsque j'établirai les limites du terrain jurassïque, je donnerai une explication détaillée de cette réunion. Ce troisième groupe de l'étage supérieur correspond au *Gelbe harte sandsteine* de M. Quenstedt; mais, de même que les grès et marnes irisées qui se trouvent au-dessous, il est beaucoup moins développé dans le Jura que dans la Souabe, où les différentes couches, à partir des gypses, atteignent une puissance considérable.

Résumé. Le terrain keupérien se divise donc, comme on vient de le voir, en trois étages, dont les caractères sont, pour l'étage inférieur, des sels gemmes (1), des marnes salifères, des gypses noirâtres et rouges, des cristaux de sulfate de chaux, des argiles plastiques et de la houille; pour l'étage moyen, absence de cristaux de sulfate de chaux, de polyalithe et de gypse rouge pourpre, et un grand développement au contraire, de gypse blanc saccharoïde, de marne gypseuse rouge lie-de-vin, et de dolomie. Enfin l'étage supérieur, qui ne renferme plus de gypses ni de sels, est exclusivement composé de marnes irisées, de grès, de schistes ardoisiers et de quelques couches minces de calcaire. Ainsi caractérisés, ces étages ne peuvent plus être confondus, et se reconnaîtront au premier abord; il n'y a que les groupes et sous-groupes dont l'étude pourrait présenter quelques difficultés, et encore ne serait-ce que pour certains d'entre eux.

La grande quantité de marnes, de grès et de débris de végétaux que l'on rencontre dans ce terrain, indique une formation vaso-marneuse, pendant la troisième période de l'époque triasique. Mais ce caractère n'y est pas exclusif, surtout dans les deux étages salifère et gypsifère, où les roches arénacées et marneuses s'enchevêtrent avec les sels, les gypses et les dolomies. Cependant, comme toutes mes observations me portent à croire que l'origine de ces roches est due à un épanchement plutonique opéré par des sources minérales très abondantes qui sourdaient dans la mer keupérienne, il s'ensuit que je regarde le Jura keupérien comme un terrain de formation vaso-marneuse, dans lequel des sources minérales ont formé des dépôts pendant les deux premières périodes, et qui est devenu exclusivement vaso-marneux pendant la dernière.

La quantité de débris de végétaux que l'on rencontre dans ce terrain

(1) Les dépôts salifères de la Lorraine (Vic, Dieuze, etc.) appartiennent aussi à mon étage inférieur du keuper; mais il paraît, d'après M. Levallois, que le gîte salifère de Salzbronn (Moselle) appartient, comme la plupart de ceux de la Souabe, par exemple celui de Wilhe'mshall, près Rottweil (Wurtemberg), au muschelkalk (voir *Mémoire sur le gisement du sel gemme dans le département de la Moselle*, etc., par M. Levallois, p. 28. Nancy, 1846.

indique un grand développement de la végétation dans les îles formées par les Vosges et le Schwartzwald ; quoique ce développement soit cependant loin d'égaler celui que nous présente l'époque carbonifère, qui est le règne des végétaux sur cette partie de notre globe. Malgré cette diminution dans le nombre des plantes, il n'en est pas moins remarquable que, pour l'Europe centrale, c'est dans le dépôt du keuper que les débris de végétaux sont le plus nombreux (en faisant abstraction de la période carbonifère), car les dépôts de lignite et les empreintes végétales que l'on rencontre dans les terrains du grès bigarré, du Jura, de la craie et dans les bassins tertiaires, sont loin d'être aussi fréquents, et ne présentent pas la même uniformité dans leur répartition. De sorte qu'en considérant la période carbonifère comme le règne des végétaux, on peut regarder l'époque keupérienne comme la décadence de ce règne (bien entendu qu'en parlant du règne des végétaux je ne veux pas dire que c'est pendant les périodes carbonifère et keupérienne qu'il y a eu le plus de familles, de genres et d'espèces de plantes, mais bien que c'est alors que les individus se sont développés avec le plus de vigueur, et ont offert la plus grande rapidité d'accroissement).

Je crois être utile aux géologues en présentant dans le tableau suivant les différentes subdivisions que j'ai établies dans ce terrain ; elles diffèrent un peu, seulement dans les sous-groupes, de celles que j'ai données dans une *Notice sur la formation keupérienne dans le Jura salinois*, publiée en 1846.

Tableau des différents groupes qui composent le keuper dans le Jura salinois.

Bône-bed et couche à *Cardinia* du lias inférieur ou à Gryphites.

FORMATION VASO-MARNEUSE.		Etage supérieur, hauteur, 31m,50.	Macigno, Quadersandstein et Schilfsandstein.	3e GROUPE.	Réapparition de la faune triasique, et absence complete de fossiles jurassiques.	DÉCADENCE DU RÈGNE DES VÉGÉTAUX DANS L'EUROPE CENTRALE.
			Calcaires cloisonnés et fétides			
			Schistes ardoisiers, avec calcaire à *Cypricardia* subordonné.	2e GROUPE.		
			Grès de Boisset			
			Marnes argileuses et calcaires, irisées, avec couches de dolomie subordonnées.	1er GROUPE.		
	Avec épanchement plutonique.	Etage moyen, hauteur, 49m.	Gypse blanc et grès.	2e GROUPE.	Absence complete de fossiles.	
			Troisième banc de dolomie			
			Gypse blanc compacte et amygdaloïde.	1er GROUPE.		
			Marnes gypseuses rouge lie-de-vin.			
			Second banc de dolomie			
		Etage inférieur, hauteur, 75m.	Marnes, grès micacés et houille.	2e GROUPE.		
			Gypse noirâtre et rouge, et cristaux de sulfate de chaux			
			Premier banc de dolomie.			
			Marnes salifères.	1er GROUPE.		
			Sels gemmes.			

Coupe du keuper.

Ayant reconnu, comme je l'ai dit précédemment, la grande utilité des coupes types, je vais donner les coupes les plus belles et les plus complètes que j'aie pu observer, et j'engage beaucoup les géologues

qui voudront étudier ce terrain à commencer leurs excursions par l'étude de ces coupes ; par ce moyen, ils éviteront de grandes difficultés dans leurs recherches ultérieures.

Pour l'étage inférieur, la coupe a été prise à Laffenet, près Salins; c'est la carrière de gypse la plus au Sud, où l'on a fait un puits dans le premier groupe de cet étage; mais comme ce puits est abandonné, je ne commencerai la série qu'à partir du premier banc de dolomie, que l'on trouve à l'entrée de la carrière.

Coupe de Laffenet.

Étage inférieur. — Deuxième groupe.

a)	1° Premier banc de dolomie	4m,00
(b)	2° Gypse schisteux, de couleur rouge et noirâtre, avec de petits cristaux de sulfate de chaux.	0 ,50
	3° Gypse gris, sub-saccharoïde, tendant à passer au gypse fibreux, avec petits cristaux de gypse, et renfermant une couche de gypse saccharoïde, rouge-pourpre.	2 ,00
	4° Gypse blanc fibreux, par assises de 1 centimètre, empâtées dans des marnes argileuses plastiques, noirâtres.	1 ,00
	5° Gypse rouge-brun, passant au gypse gris, schisteux alternant avec quelques couches minces de sable.	1 ,00
	6° Marnes irisées, dans lesquelles le rouge-brun domine, sillonnées par des veinules de gypse rose saccharoïde.	1 ,00
	7° Gypse gris, avec tache noirâtre, sub-schisteux, saccharoïde, avec cristaux rhomboïdaux de sulfate de chaux. Des veines de gypse rouge, saccharoïde ou en faisceau cristallisé, sillonnent en tous sens les gypses gris. Une petite galerie d'exploitation ouverte dans cette division présente sur ses parois de nombreux cristaux aciculaires de sulfate de soude, déposés par les eaux, qui dissolvent quelques nids de sel gemme.	4 ,50
	8° Gypse rouge-brun, cristallisé en faisceaux rhomboïdaux, avec banc de gypse blanc anhydre.	1 50
	9° Marnes gypseuses, rouge-brun, avec veine de gypse rose, fibreux. On compte cinq assises alternant avec des marnes gypseuses grises.	5 ,00
	10° Marnes grises et gypse gris-noirâtre, schisteux, avec veine blanchâtre.	4 ,00
(c)	11° Argile plastique, irisée des couleurs les plus vives, avec assise de 20 centimètres de calcaire anhydre imprégné de bitume. Cette division représente la couche de houille. . .	2 ,75
	12° Marnes irisées, sableuses, renfermant une couche de grès verdâtre, micacé, schisteux, et quelques filets minces de gypse blanc fibreux, avec rognons pugillaires de gypse rose, saccharoïde.	1 ,30
	13° Marnes sableuses, gris-bleuâtre, subordonnées à une couche de macigno gris-jaunâtre et renfermant une grande quantité d'oxyde de fer rouge non hydraté. Au-dessus se trouve une couche de marnes noires, très bitumineuses, avec taches d'un brun-clair. .	1 ,00
	Puissance totale.	29m,55

Au-dessus se trouve le second banc de dolomie qui commence l'étage moyen. Les divisions 12 et 13 peuvent surtout s'observer avec beaucoup de facilité à l'entrée de la seconde carrière, placée un peu au Nord et au-dessus de la première. Cette carrière appartient au premier groupe de l'étage moyen, ainsi que la suivante; et celle que l'on voit tout à fait au Nord des précédentes fait partie du second groupe de l'étage moyen, et présente les premières assises de l'étage supérieur. Quoique ce point offre de très belles séries pour les étages moyen et supérieur, j'ai préféré donner la coupe de Boisset, où les assises se succèdent sans interruption. Je ferai remarquer que le chemin creux, qui conduit à Boisset à partir de la rivière, est placé en entier dans l'étage inférieur; l'étage moyen ne commence qu'à l'entrée des carrières, au grand banc de dolomie.

Coupe de Boisset.

Étage moyen. — 1er *groupe.*

(a)	1° Second banc de dolomie (connu des carriers sous le nom de *griffe*)	5^m^,00
(b)	2° Marnes blanchâtres, magnésiennes, devenant ensuite grises et gypseuses, avec filon de gypse noirâtre	4,00
	3° Gypse marneux, rouge-brun alternant avec des marnes schisteuses de même couleur, dont les assises ont 0^m^,80 d'épaisseur	3,00
	4° Gypse blanc, anhydre, devenant amygdaloïde dans sa partie supérieure. Cette assise est séparée des autres par des marnes vertes	1,00
	5° Marnes rouge-brun, couleur lie-de-vin, avec quelques couches de marnes vertes, des veines de gypse rose fibreux et un banc de gypse blanc	5,00
(c)	6° Succession de cinq bancs de gypse blanc, amygdaloïde, mêlé de marnes rouges, alternant avec un même nombre de bancs de gypse blanc, saccharoïde. Plusieurs couches de marnes irisées, dans lesquelles le violet domine alternent avec les bancs de gypse	10,00
	7° Gypse gris-blanc, anhydre	1,00
	8° Marnes grises, terreuses, avec de petites couches calcarifères, qui finissent par prédominer et par former une couche assez puissante de calcaire jaune, cloisonné, quelquefois ressemblant à une brèche	3,00
	9° Grès gris alternant avec des marnes grises et ayant des nodules sableux dans la partie supérieure. Au-dessus se trouve une couche de gypse gris-blanc, avec des veines et de petits rognons de gypse rose	2,00
	10° Couche mince de calcaire argileux, magnésien, fragmentaire; puis une couche de gypse blanc, alternant avec des marnes	3,00
	PUISSANCE TOTALE	37^m^,00

Suite de la coupe de Boisset.

Étage moyen. — 2e *groupe.*

(a)	1° Troisième banc de dolomie avec rauhwacke	2^m^,00
(b)	2° Gypse blanc veiné de gris	3,00
	3° Marnes grises, se désagrégeant et coupées, perpendiculairement aux strates, par des lamelles de gypse blanc fibreux avec des rognons de gypse rose. Au-dessus se trouve un banc de gypse blanc veiné de rose	1,50
	4° Grès gris, avec marnes grises	1,50
	5° Gypse blanc, très compacte	2,50
	PUISSANCE TOTALE	10^m^,50

Suite de la coupe de Boisset.

Étage supérieur. — 1er *groupe.*

1° Marnes argileuses rouges et vertes, devenant schisteuses et d'une teinte rouge-brun dans la partie supérieure	0^m^,70
2° Calcaire magnésien, marneux, de couleur blanc-rosé, avec marnes rouges, se désagrégeant et passant à un calcaire marneux blanc-verdâtre	0 80
3° Marnes-calcaires verdâtres, passant au rouge-violet, et se divisant en petits fragments. Au-dessus se trouve un banc de calcaire argileux blanc-verdâtre. Cette division offre quatre assises successives de 2 mètres chacune, dont l'une renferme des tiges de végétaux indéterminables	8,00
4° Calcaire marneux blanc-vert, avec marnes vertes; cinq assises	2,50
PUISSANCE TOTALE	12^m^,00

Suite de la coupe de Boisset.

Étage supérieur. — 2e groupe.

(a)	1° Grès de Boisset	2m,00
(b)	2° Marnes schisteuses noires ou schiste ardoisier. A la partie supérieure, se trouve un calcaire sableux, gris-blond, avec des taches bleues au milieu.	1 ,00
	3° Couche mince d'oxyde de fer, avec schiste bitumineux, passant au calcaire jaune en dehors et avec des taches bleues au centre.	3 ,00
	4° Schistes ardoisiers avec fossiles, tels que *Pecten* et *Posidonia keuperina*; au-dessus se trouve le calcaire à *Cypricardia*.	1 ,50
	5° Marnes noirâtres, bitumineuses, devenant sableuses et de couleur verte.	3 ,00
	Puissance totale.	10m,50

Suite de la coupe de Boisset.

Étage supérieur. — 3e groupe.

(a)	1° Calcaire sableux, jaune-grisâtre, cloisonné, avec oxyde de fer et des veines tapissées de cristaux de carbonate de chaux.	3m,00
	2° Grès gris alternant avec des marnes sableuses.	0 ,70
	3° Calcaire fétide, bleuâtre, très bitumineux, avec fossiles.	0 ,80
(b)	4° Marnes sub-schisteuses, grises et très bitumineuses.	1 ,00
	5° Grès à roseaux ou schilfsandstein.	0 ,15
	6° Marnes sableuses, et au-dessus le quadersandstein et le macigno.	1 ,20
	7° Marnes argileuses, irisées.	0 ,50
	Puissance totale.	7m,35

Au-dessus se trouve le premier banc du calcaire à *Cardinia*, qui commence le lias, et en continuant à s'élever du côté d'Aresche, de très beaux ravins mettent à découvert les séries du lias et de l'oolite inférieure.

Technologie. Le terrain keupérien offre de grandes ressources et est un des éléments de la richesse des pays où on le rencontre. Les sels gemmes sont l'objet d'exploitations en grand, ainsi que les gypses, surtout à Salins et à Lons-le-Saulnier. Les dolomies fournissent d'excellentes chaux hydrauliques, et présentent des blocs qui pourraient aussi servir pour la lithographie. La houille n'est pas exploitée à cause du peu d'épaisseur des lits; cependant quelques localités pourraient offrir des avantages dans l'exploitation de ce combustible. Quant aux marnes, elles sont quelquefois employées pour la fabrication des tuiles et même de la poterie.

Terrain jurassique.

Limites du terrain jurassique. Jusqu'à présent les géologues n'ont pas été d'accord sur les limites du terrain jurassique, particulièrement sur sa limite inférieure; cependant il est de la plus haute importance de les fixer et de les bien établir. La plupart des savants qui se sont occupés du Jura en ont exclu la formation liasique pour en faire un terrain à part; or, ce terrain n'est caractérisé ni par une discordance de stratification avec les dépôts supérieurs, ni par une faune particulière, ni par une composition pétrographique qui lui soit exclusivement propre. Ces caractères, les seuls sur lesquels on puisse s'appuyer pour poser les limites

des terrains, ne se trouvent ni réunis, ni même séparés pour le lias ; de sorte que cette exclusion n'est basée sur aucun fait qui puisse la justifier : aussi je regarde cette grande masse de marnes et de calcaires marneux, comme un des quatre étages qui composent le terrain jurassique. Sans m'arrêter davantage à la nécessité de la réunion du lias aux autres dépôts oolitiques, je démontrerai plus loin la corrélation qui existe entre cet étage et les suivants, et les inconvénients qu'il y aurait à le séparer du terrain jurassique ; mais, dès à présent, je dois appeler l'attention sur un fait de la plus haute importance : je veux parler de la véritable limite inférieure de l'étage liasique.

Dans les contrées ou le keuper a été disloqué immédiatement après son dépôt, comme dans le Würtemberg, on rencontre à la base du lias, dans le groupe généralement désigné sous le nom de calcaires à Gryphées arquées, des bancs de grès jaune-grisâtre, alternant avec les couches de calcaire bleu-noirâtre, et finissant même par dominer à la partie inférieure. Ces grès, généralement connus sous le nom de grès du lias (*Gelbe sandsteine* du *Schwarzer-Jura*, α, des géologues wurtembergeois), sont dus à des causes propres aux localités disloquées et qui leur appartiennent exclusivement. Comme ces contrées ont été les premières étudiées, les géologues qui ont ensuite décrit le Jura où le keuper n'a pas été disloqué à cette époque, ne trouvant pas de couches de grès intercalées entre les bancs du calcaire à Gryphées arquées, ont jugé à propos, afin d'avoir aussi des grès à la base du lias, d'y réunir une partie des grès du keuper. Cette idée de vouloir trouver également des grès liasiques au-dessus de ceux du keuper, dans les chaînes des Monts-Jura, a été cause que l'on a plié les faits à cette hypothèse au lieu de les décrire tels qu'ils sont, et que l'on a réuni au terrain jurassique une partie des grès du trias. Il convient donc de rétablir ces grès à leur véritable place, et de décrire les phénomènes tels qu'ils se présentent.

Le keuper n'ayant éprouvé aucune dislocation avant celles qui ont déterminé le relief actuel du Jura, comme le prouvent les nombreuses observations faites sur tous les points des chaînes de ces montagnes où ce terrain affleure, ne peut être délimité au moyen de la discordance de stratification ; mais la pétrographie et la paléontologie nous indiqueront aussi sûrement le point de séparation entre le trias et le terrain jurassique. Dans les contrées où le keuper a été disloqué, on a pu facilement trouver ce point de séparation, et encore ne l'a-t-on fait qu'assez vaguement, à cause du grand nombre de rapports pétrographiques qui unissent ces deux terrains et de la rareté des fossiles. Mais, pour poser sûrement cette limite, voyons comment ont eu lieu les dépôts sédimentaires à cette époque, et établissons les différences qui ont dû exister entre les localités disloquées et celles qui ne l'ont point été.

D'abord, dans les contrées disloquées et dans les parties tout à fait littorales de celles qui ne l'ont pas été, il y a eu nécessairement un remaniement des der-

nières couches du keuper, comme cela était déjà arrivé sur une plus grande échelle, lors de la dislocation des grès vosgiens, dont le remaniement a formé les grès bigarrés. Or, au moment de la dislocation, les couches keupériennes en voie de formation étaient d'épaisses assises de grès (le *Gelbe harte sandsteine* de M. Quenstedt), qui ont même continué à se déposer pendant la durée de la dislocation; par conséquent ce sont ces grès qui ont été remaniés, et qui sont venus s'intercaler entre les bancs de calcaire liasique. Ces couches arénacées et calcaires renferment en abondance des *Cardinia concinna* et *securiformis*, *Lima gigantea*, *Ammonites psilonotus* et *angulatus*, des *Pleuromya*, des *Gryphæa arcuata*, ainsi que quelques autres fossiles jurassiques, qui viennent, comme des jalons, indiquer que cette partie de notre globe est entrée dans une nouvelle phase biologique. De sorte que, dans ces localités disloquées et littorales, si le géologue ne peut se servir avec certitude de la pétrographie (1), il a, pour lui indiquer la limite inférieure du terrain jurassique, d'abord la différence de stratification dans les endroits disloqués; et pour les points littoraux les êtres organisés, excellent guide qui, employé dans des bassins restreints et bien délimités, ne peut conduire qu'à des résultats exacts et rationnels.

Les régions sub-pélagiques et de hautes mers qui se trouvent au sud des îles herzyniennes et vosgiennes, actuellement occupées par les Monts-Jura n'ayant pas éprouvé de perturbations intérieures, ont continué, lors de la dislocation triasique, à offrir pendant un certain temps les mêmes phénomènes de dépôts qu'auparavant; seulement les couches en voie de formation ont reçu, au moyen des courants, une certaine quantité de végétaux arrachés par suite de l'action de la

(1) Dans toute la chaîne de l'Albe wurtembergeoise, et même dans le Jura schaffousois et argovien, on trouve à la base du lias, au point de contact avec les grès jaunes (*Gelbe harte sandsteine*), une assise dont l'épaisseur varie de 1 à 3 centimètres, connue sous le nom de *bone-bed*, et qui est composée de grains de quartz, assez gros, presque toujours anguleux, présentant rarement l'aspect d'une roche poudingiforme, mais plutôt celui d'un grès bréchiforme, jaunâtre, empâtant un grand nombre de coprolites, de dents et de fragments de vertèbres de sauriens. Cette couche de passage, entre le trias et le Jura, est évidemment le produit d'une perturbation violente et brusque dans les dépôts; perturbation qui a été de très courte durée et dont les effets n'ont pas été très considérables, comme l'indique la faible puissance de cette assise et son peu d'étendue. Ainsi, il est très facile de tailler, dans les carrières des environs de Tübingen, Reutlingen, Balingen, etc., des échantillons de trois ou quatre centimètres d'épaisseur, présentant à la fois du grès jaune du keuper, le *bone-bed* en entier et du calcaire sableux, bleuâtre, quelquefois avec *Cardinia concinna*, qui appartient au lias. Quant à la distribution géographique de ce *bone-bed*, elle est limitée à une espèce de cordon littoral qui s'éloigne peu des îles formées par la Forêt-Noire, les Vosges et le Morvan. C'est dans le Wurtemberg que cette assise est la plus constante; on continue à la rencontrer dans les cantons de Schaffouse, d'Argovie et de Bâle, mais plus mince et manquant quelquefois; enfin, on en retrouve des traces sur plusieurs points du Jura salinois. Les environs du Morvan, surtout dans les départements de la Côte-d'Or et de l'Yonne, présentent cette couche souvent beaucoup plus développée que dans le Wurtemberg, car elle se confond en Bourgogne avec les *arkoses* qui lui paraissent être synchroniques, du moins pour une partie (la plus inférieure).

dislocation, qui sont venus augmenter le nombre des matières déposées. Les dislocations de l'époque triasique s'étant effectuées, et avec elles la cause perturbatrice et le transport des végétaux ayant cessé, une nouvelle époque géologique se développe avec de nouveaux sédiments et avec un nouvel organisme. Par conséquent, dans les localités sub-pélagiques et pélagiques où il n'y a pas eu de dislocation, les caractères pétrographiques de l'étage liasique doivent se distinguer nettement de ceux de l'étage keupérien, et ils ne doivent pas présenter un mélange de roches différentes, comme dans les régions disloquées et littorales où les grès keupériens ont été soumis à un remaniement. C'est en effet ce qui arrive dans le Jura; aussitôt après les dernières couches de grès keupérien, qui n'ont éprouvé aucun remaniement à cause de leur éloignement des centres de dislocation, on passe immédiatement par une couche mince de marnes irisées, au calcaire bleu, à Gryphées arquées, qui commence la série jurassique. Ce calcaire ne se trouve pas interrompu par des couches de grès, comme dans le Wurtemberg et sur les bords du Morvan; ce sont des assises successives de calcaires marneux, compactes, un peu sableux à la partie inférieure, mais qui sont du reste parfaitement semblables aux dernières assises supérieures du calcaire du lias des régions wurtembergeoises et bourguignonnes.

Ainsi, dans les chaînes du Jura, où l'on n'a pas à sa disposition la discordance de stratification pour déterminer le point de séparation des terrains triasique et jurassique, on se sert avec une égale certitude des caractères pétrographiques. La paléontologie vient aussi confirmer cette séparation pétrographique, et indiquer pour limite la première couche du calcaire à Gryphites. Car, comme je l'ai dit dans la description du keuper, je n'ai jamais rencontré dans les couches de grès et de marnes qui se trouvent au-dessous du calcaire liasique, aucun fossile de l'époque jurassique, tels que Gryphées, Ammonites, Bélemnites, etc. MM. Gressly et Thirria ont trouvé dans un assez petit nombre de localités, dans les couches de grès tout à fait en contact avec le calcaire du lias, quelques *Gryphœa arcuata* assez mal conservées et assez rares; ces résultats, que je n'ai pu vérifier malgré des recherches faites dans ces régions(1), viendraient à l'appui de mon opinion; car ces géologues ont étudié les parties littorales jurassiques qui entourent le Schwartzwald et les Vosges, où les grès keupériens ont été soumis à un très faible remaniement.

D'après les considérations précédentes, je me trouve conduit à établir deux faciès bien distincts pour la partie inférieure du calcaire à Gryphées arquées du lias. Le faciès des bandes étroites littorales des régions non disloquées, ainsi que des régions avoisinant les contrées disloquées, caractérisées par des couches de

(1) Je n'ai pu trouver une seule Gryphée dans les couches de grès du keuper en contact immédiat avec le calcaire du lias, dans les cantons de Bâle et d'Argovie, et M. Mérian m'a assuré n'en avoir jamais rencontré non plus; de sorte que j'ai quelques doutes, sur les faits avancés à cet égard par MM. Gressly et Thirria.

grès interposées, renfermant des Gryphées, Ammonites, etc., dont le type se trouve dans le Filder (Würtemberg), contrée située entre Stuttgart et Tübingen, et dont on retrouve des traces dans le Jura schaffousois, argovien et de la Haute-Saône. Le second faciès, qui est celui que l'on rencontre dans le Jura bâlois, soleurois, bernois, bisontin, salinois et du département de l'Ain, est caractérisé par l'absence de grès entre les couches du calcaire à Gryphées arquées, et par un passage brusque du grès du keuper au calcaire du lias. De sorte que pour toutes les chaînes des Monts-Jura, excepté une bande étroite de 15 à 20 kilomètres, qui longe les îles herzyniennes et vosgiennes, j'exclus du terrain jurassique les couches de grès généralement désignées sous le nom des grès infra-liasique ou quadersandstein, que je réunis au terrain keupérien. Cette exclusion, qui, ainsi que je l'ai démontré, est nécessitée par les fossiles et la pétrographie, facilite beaucoup l'orographie des chaînes, en donnant pour limite inférieure du terrain jurassique, le dépôt des calcaires à Gryphites que l'on trouve toujours à découvert et avec des caractères presque identiques dans toutes les localités; tandis que les quadersandsteins sont partout recouverts par la végétation, ce qui rendait extrêmement difficile et même illusoire la séparation orographique des étages liasiques et keupériens (1).

Ainsi, je prends pour limite inférieure du terrain jurassique les premières assises du calcaire à Gryphées arquées, qui sont ordinairement formées d'un calcaire sableux, grisâtre, renfermant des *Cardinia concinna* et *securiformis* et la *Lima gigantea*. Quant à la limite supérieure, la dislocation qui a donné au Jura son principal relief, ayant interrompu les dépôts et changé la distribution géographique de l'Océan, il s'ensuivit une nouvelle époque dans les phénomènes géologiques, et de nouveaux sédiments se déposèrent en stratification discordante sur les couches inclinées du terrain jurassique. Ces sédiments sont, pour la partie du Jura située au sud du parallèle qui unirait Biennes à Gray, le dépôt néocomien, et pour la partie nord le dépôt sidérolitique ou du bohnerz.

Division du terrain jurassique en quatre étages. — Le terrain jurassique, exclusivement formé de calcaires, de marnes et de grès, présente dans la distribution de ces roches, quatre grands étages bien distincts, non seulement par leur pétrographie, mais aussi par les êtres organisés qu'ils renferment.

Sous le rapport pétrographique, on distingue deux formations (2) vaso-

(1) J'ai déjà donné cette limite du terrain jurassique, ainsi que la plupart des divisions que j'établis pour ce terrain, dans ma *Notice sur les différentes formations des terrains jurassiques dans le Jura occidental*, insérée dans le IIIe vol. des *Mémoires de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*. 1846.

(2) Le mot *formation* est pris dans le sens que lui donne M. Constant Prévost, dans son article sur le mot *Formation* du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dirigé par M. Charles d'Orbigny; ainsi que dans son mémoire *Sur la chronologie des terrains et le synchronisme des formations*. (Voir *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. II, et les *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, mars 1845.)

marneuses et sableuses parfaitement symétriques, alternant avec deux formations presque exclusivement calcaires. Ces formations présentent, chacune avec son analogue, des caractères identiques indiquant le même mode et la même série de phénomènes dans leurs dépôts.

Les deux formations vaso-marneuses qui sont les étages du lias et de l'oxford-clay, présentent des caractères tellement semblables que souvent le géologue serait très embarrassé pour les distinguer l'une de l'autre, s'il n'avait à sa disposition la paléontologie et la géognosie. La base de chacune de ces formations est occupée par un calcaire marneux, puis vient un grand développement de marnes subordonnées à des grès et à des calcaires marneux, qui forment le passage entre ces formations vaso-marneuses et les formations calcaires supérieures. La cause des formations vaso-marneuses liasique et oxfordienne a agi avec beaucoup plus d'intensité pendant le dépôt du lias, dont le développement gigantesque a exigé de grandes actions sédimentaires. Une remarque très importante, c'est que de toutes les formations vaso-marneuses que l'on rencontre dans l'Europe centrale, la formation liasique est celle dont le dépôt a exigé la plus grande intensité dans les phénomènes qui ont présidé aux formations de ce genre et dont l'uniformité est la plus constante. Avant et surtout après le lias, les dépôts marneux ont une puissance beaucoup moindre, et sont limités à des localités bien plus restreintes; ce qui s'explique par le plus grand nombre de terres émergées, dont les reliefs formaient des golfes et des méditerranées, soumis chacun à des phénomènes particuliers tant organiques qu'inorganiques.

Si la pétrographie réunit le lias et l'oxfordien, les rapports paléontologiques sont aussi nombreux et établissent une relation non moins intime entre ces deux étages; et cette loi posée par M. Gressly que « les faciès de même nature pétro-» graphique et géognostique affectent dans les différents terrains des caractères » paléontologiques très analogues et se succèdent même généralement à travers » une série plus ou moins nombreuse de terrains superposés les uns aux autres, » reçoit ici une rigoureuse application. La ressemblance entre les formes organiques des fossiles est tellement frappante qu'il faut souvent l'œil d'un paléontologiste exercé pour distinguer les fossiles de ces deux étages.

Les différentes espèces d'animaux qui habitaient la mer jurassique, lors du dépôt du lias, présentent une organisation appropriée au milieu dans lequel elles vivaient, et offrent un ensemble d'êtres caractéristiques des formations vaso-marneuses. Les végétaux s'y montrent en assez grande abondance, surtout dans le *grès superliasique*, mais généralement ils sont indéterminables, à cause de leur mauvais état de conservation. Ils ont passé soit à l'état de bois carbonisé, comme dans le calcaire à Gryphées arquées, soit à l'état bitumineux ou de fer oxydé, ou bien on ne trouve que les empreintes qui sont de même nature que la roche.

Les polypiers sont rares, ils appartiennent à l'ordre des spongiaires, à bases

libres, ou très faibles, tels que les *Cyathophyllum*; on y rencontre aussi un *Anthophyllum* et une *Astrea*, mais seulement dans un très petit nombre de localités et en très petite quantité. Les Échinodermes n'y sont représentés que par deux espèces de Pentacrines, par des Astérides, tels que les genres *Asterias* et *Saccocoma*, caractéristiques des vases sableuses qui ont produit les grès superliasiques, et par une Cidaride extrêmement rare, dont je n'ai encore rencontré que les piquants.

Les mollusques acéphales présentent un grand développement de genres, d'espèces et souvent d'individus : ils appartiennent presque tous à des coquilles libres; les plus caractéristiques sont: les Gryphées, *Pecten*, Limes, Plicatules, Spirifer, Térébratules, Arches, Nucules, Cardines, Trigonies, Pholadomyes, Goniomyes, Homomyes, Mactromyes et Pleuromyes. La plupart de ces genres sont répandus assez uniformément dans les différentes assises liasiques des Monts-Jura ; cependant quelques uns appartiennent exclusivement à quelques localités littorales et à des bas-fonds assez limités. Ainsi, la *Trigonia navis*, si abondante et si caractéristique à Gundershofen, dans le golfe alsatique, et tout le long de l'Albe wurtembergeoise de Rottweil à Ellwangen, manque complétement dans le Jura bernois, soleurois, bisontin et salinois ; la *Trigonia pulchella* ne se trouve aussi que semée çà et là, sans être jamais très abondante dans aucune localité ; les *Pholadomya Voltzii*, *decorata* et *reticulata*, le *Mactromya liasina*, l'*Arcomya oblonga* et quelques autres espèces, ne se trouvent que dans un très petit nombre de localités, où ces mollusques vivaient en société et par familles.

Les Gastéropodes n'y sont représentés que par trois ou quatre espèces de *Trochus* et de *Turbo*, une Mélanie, une Turritelle et une Nérinée que l'on rencontre trèsrarement. Mais en compensation les céphalopodes y acquièrent un développement gigantesque ; les espèces y sont aussi nombreuses que variées, et l'on peut regarder le lias comme le règne des céphalopodes (1) pendant la période jurassique.

Les Ammonites, dont les premiers représentants se montrent dans le terrain triasique, n'offraient alors que le genre assez restreint des *Ceratites* (2), qui se trouve remplacé par les nombreuses espèces des *Arietes*, des *Amalthei*, des *Falciferi*, des *Ornati*, des *Heterophylli*, des *Planulati*, des *Armati*, etc... Chacun de ces groupes offre un grand nombre d'espèces, distribuées avec ordre dans les différentes couches liasiques, et l'abondance des individus de plusieurs espèces carac-

(1) Les différents règnes des animaux mollusques et rayonnés que j'établis sont seulement relatifs aux terrains jurassiques des Monts-Jura ; et toutes les fois que j'avance une généralité sur les terrains, c'est seulement pour ceux des chaînes du Jura.

(2) La première espèce d'Ammonites, que l'on rencontre en remontant la série des terrains, a été trouvée dans le *bunter-sandstein* des environs de Strasbourg; c'est le *Ceratites Schimperi* de Buch, dont le seul exemplaire existant jusqu'à présent est déposé dans les galeries paléontologiques du musée de cette ville, créés par les soins du savant M. Voltz.

térise et sert d'horizon paléontologique pour les divisions de cet étage. En général, les Ammonites se rencontrent en plus grande quantité dans les régions sub-pélagiques et pélagiques que sur le littoral ; ces animaux, très bienorganisés pour la locomotion, vivaient par troupes nombreuses de la même espèce, et s'éloignaient beaucoup des rivages ; les différentes espèces ne se mélangeaient pas, et dans les endroits où les dépôts se sont opérés d'une manière régulière et tranquille, on les rencontre par familles, composées d'individus de tous âges, formant comme de véritables nids.

Les Nautiles atteignent aussi le maximum de leur développement pendant le dépôt du lias ; les espèces appartiennent toutes aux groupes des *Striati* et des *Lævigati* ; on les rencontre généralement associés avec les Ammonites de grandes tailles et assez éloignés des côtes; ils appartiennent, pour la plupart, à des espèces très grosses et très larges, ce qui devait leur donner une grande facilité pour la nage; et si ceux qui vivent actuellement dans nos mers se trouvent souvent éloignés de trois cents lieues de tout rivage, *à fortiori* les espèces fossiles jurassiques, qui sont beaucoup plus grosses, devaient-elles habiter dans des parages très éloignés des terres émergées lors de la période jurassique; aussi les rencontre-t-on associées avec des Ammonites et des Bélemnites dans des localités tout à fait de hautes mers, dans lesquelles on ne rencontre aucun autre débris d'êtres organisés.

Les Bélemnites qui, jusqu'à présent, n'ont pas encore été rencontrées dans les terrains antérieurs, se montrent avec le lias et offrent une telle rapidité dans l'appartion des espèces, que tous les étages postérieurs réunis en renferment à peine le même nombre. Les espèces appartiennent exclusivement aux groupes des *Acuari* et des *Clavati* ; elles se présentent ordinairement par troupes nombreuses, et surtout dans les régions sub-pélagiques et de hautes mers, où l'on en rencontre des amas formant une véritable lumachelle dans les couches de calcaire marneux.

Les annélides ne sont représentés dans le lias que par des Serpules peu nombreuses. Quant aux poissons et aux reptiles, on en rencontre quelques débris tels que des dents et des vertèbres, mais ils sont assez rares, et paraissent limités à quelques localités littorales très restreintes.

Un caractère général qui s'étend à tout cet ensemble de fossiles de formation vaso-marneuse non seulement liasique, mais encore de toutes les autres faunes qui se trouvent dans des étages, composés des mêmes matières marneuses et arénacées, c'est que les espèces de corps organisés qui y règnent sont pourvues d'enveloppes très minces et très peu propres à résister à l'action destructive des vagues de l'Océan. Les coquilles sont très faibles, à surface lisse et peu accidentée, et elles se rencontrent rarement avec leur test, qui a été facilement détruit soit par les charriages, soit par la décomposition de la matière organique.

La faune de l'étage oxfordien présente des caractères identiques avec celle du lias. Les familles, les genres mêmes sont composés d'espèces qui exigent une attention minutieuse, pour les distinguer de celles qui vivaient lors du dépôt liasi-

que. Quelques genres, tels que les *Spirifer*, les Plicatules, les Posidonies, etc..., ont disparu pour être remplacés par d'autres, tels que les *Dysaster*, les *Apiocrinites*, les *Cercomya*, etc..... Les céphalopodes dominent toujours, cependant ils ont beaucoup diminué; plusieurs genres ont disparu et les espèces assez limitées présentent des individus de petite taille. Les Bélemnites surtout se trouvent extrêmement réduites; on n'en rencontre plus que deux espèces, et encore l'une est-elle assez rare; les Nautiles sont plus fréquents, ainsi que les Ammonites, dont plusieurs espèces sont extrêmement nombreuses; mais ici elles ne peuvent plus caractériser les couches comme dans le lias, et les fossiles sont presque tous au même niveau, quoique l'on rencontre plusieurs espèces groupées par familles et qui ne se trouvent que sur de certains points. Ainsi, dans l'oxfordien, tout dénonce la décadence du règne des céphalopodes, qui effectivement ne jouent plus dans les dépôts postérieurs qu'un rôle tout à fait secondaire.

Les gastéropodes, un peu moins nombreux que dans le lias, offrent les mêmes genres. Quant aux acéphales, ils sont aussi assez abondants; les Térébratules surtout présentent une grande variété d'espèces et d'individus, et c'est dans cet étage que ces brachiopodes offrent le plus grand développement. On continue à y rencontrer des Gryphées, *Pecten*, Nucules, Arches, Limes, Trigonies, comme dans le lias. Les Pholadomyes se montrent en plus grand nombre et appartiennent aux groupes des Bucardiennes et des Cardissoïdes. Enfin, les Mactromyes et les Gresslyes y sont aussi représentées par plusieurs espèces.

Les zoophytes sont assez rares, et ne se rencontrent que rarement dans les régions littorales; mais on les trouve assez souvent dans les parties sub-pélagiques, représentés par des polypiers spongiaires, qui formaient de vastes nappes étendues assez irrégulièrement; ainsi, après en avoir rencontré de beaux bancs dans l'Argovie et le canton de Schaffouse, on les voit disparaître pour ne plus se montrer que dans la partie Sud du Jura salinois et dans le département de l'Ain; ils appartiennent aux genres *Scyphia* ou *Spongites*, *Tragos* et *Cnemidium*.

D'après les considérations précédentes, on a pu apprécier les relations intimes qui unissent les deux grands étages de formation vaso-marneuse du lias et de l'oxfordien, séparées entre elles par la formation calcaire de l'oolite inférieure, qui, comme je le démontrerai plus loin, peut être regardée comme période de transition d'organisme entre ces deux étages; et l'on a pu voir combien il serait dangereux de séparer le lias du terrain jurassique, dont il est un des quatre grands étages. Plusieurs géologues, entre autres MM. de Buch, Alcide d'Orbigny et Gressly, ont depuis plusieurs années réuni ce terrain au Jura et en me rangeant à leur avis je crois avoir suffisamment expliqué les raisons qui m'y ont conduit.

Les deux étages oolitiques inférieur et supérieur, composés presque exclusivement de calcaires oolitiques, bréchiformes et compactes, indiquent deux grandes formations calcaires, alternant avec les deux formations vaso-mar-

neuses liasique et oxfordienne. Dans quelques régions littorales, ces étages oolitiques calcaires sont interrompus par de faibles dépôts marneux, provenant soit de la destruction d'une falaise marneuse, soit de l'action des fleuves, qui, comme on le sait, agissent sans interruption, seulement avec beaucoup moins d'intensité pendant certaines périodes. Dans les vastes bassins des terrains secondaires, comme par exemple dans l'Océan jurassique, ces dépôts ne se formaient point d'une manière générale; ils variaient, au contraire, suivant les différents affluents auxquels ils devaient leur origine; aussi ne sont-ils pas continus, même dans les régions littorales, et leur puissance va toujours en diminuant à mesure que l'on s'avance dans les parages sub-pélagiques, où, après avoir passé à l'état de calcaire marneux, ils finissent par disparaître complétement.

Je profite de l'occasion qui m'est offerte par ces petites formations vaso-marneuses, pour donner à leur égard quelques explications que je crois nécessaires. M. Constant Prévost, dans son mémoire sur la *Chronologie des terrains et le synchronisme des formations*, n'établit pas de distinction entre les dépôts vaso-marneux, qu'il regarde comme fluvio-marins, dans toutes les différentes époques géologiques; il s'est contenté d'établir des faits généraux et de poser des bases qui puissent guider, suivant les théories qu'il a adopté, le géologue dans l'étude des anciens bassins du globe. Sans adopter entièrement les opinions de ce savant, surtout relativement à l'origine exclusivement fluvio-marine des dépôts marneux, origine, qui, je pense, n'a été fluvio-marine, que pour des exceptions très rares, appartenant principalement à la période tertiaire, je crois cependant nécessaire d'établir certaines distinctions dans ces dépôts, suivant qu'ils datent des différentes époques géologiques.

Pendant l'époque des terrains tertiaires, les dépôts fluvio-marins et vaso-marneux ont joué un très grand rôle et présentent de grandes variétés dans leur distribution. Les nombreux bassins qui occupaient l'Europe, étant soumis chacun à des phénomènes particuliers, tant sous le rapport de la nature des dépôts que sous celui des corps organisés, étaient réduits à des limites assez restreintes, qui permettaient à chaque dépôt de se répandre assez régulièrement dans tout le bassin. De sorte qu'un dépôt de formation vaso-marneuse peut être général, sans pour cela avoir eu des causes sédimentaires fort considérables, et néanmoins il doit être considéré comme un étage du terrain dans lequel il se trouve, et non comme un simple accident local, du moment où il se rencontre sur tous les points du bassin. Mais on conçoit alors qu'un dépôt qui aura pu être regardé comme formant un étage dans un golfe ou une petite méditerranée, pourra bien ne plus être qu'un accident local (bien entendu que le dépôt est supposé formé par la même quantité de matières sédimentaires), lorsqu'il aura eu lieu dans un vaste Océan, comme l'Océan jurassique, et alors on ne devra plus le considérer comme un des étages du terrain auquel il appartient, mais bien comme un accident d'une origine différente de celle de l'étage dans lequel il se trouve enclavé. Or, c'est

ce qui arrive le plus souvent pour les terrains secondaires, dont les dépôts se sont opérés dans de vastes océans, entourés d'un petit nombre d'îles et de continents. De sorte que dans ces terrains, les dépôts qui méritent véritablement de porter le nom d'étage sont en petit nombre et embrassent d'énormes assises qui souvent contiennent, dans différentes localités, des couches de roches d'une origine différente de celles qui composent l'étage dans lequel elles se trouvent. Mais il faut cependant établir des limites et poser les faits sur lesquels on puisse s'appuyer pour reconnaître si un dépôt doit être regardé comme un des étages du terrain dans lequel il se rencontre, ou bien s'il doit être enclavé, et regardé comme une simple subdivision des régions littorales, dans l'étage de formation différente qui se trouve au-dessus et au-dessous de lui.

Dans les bassins océaniques, tel que celui de la mer jurassique de l'Europe centrale, les formations vaso-marneuses ne peuvent être regardées comme étant un étage que lorsqu'elles satisfont aux conditions suivantes: 1° les rencontrer dans toutes les régions littorales des grandes îles qui formaient le bassin, avec des caractères analogues, et qui permettent de les reconnaître immédiatement dans les différentes localités comme étant synchroniques; 2° il faut que dans les régions sub-pélagiques ces mêmes dépôts se présentent encore avec une puissance assez notable, et qui permette une reconnaissance immédiate, en offrant toujours les mêmes types de roches; seulement quelques assises sont devenues un peu calcaires, et les grès ont beaucoup diminué en puissance et en matière sableuse. Enfin, il faut, en troisième lieu, que dans les régions pélagiques on les rencontre encore à l'état de calcaire marneux, par couches puissantes entre mêlées encore de quelques minces assises de marnes. C'est seulement lorsque les dépôts satisfont à toutes ces conditions, qu'ils peuvent être regardés comme formant un étage et comme l'un des grands membres du terrain dans lequel ils se trouvent. Quant aux parages tout à fait de hautes mers, c'est-à-dire à 100 lieues des côtes, les dépôts vaso-marneux ne se rencontrent plus qu'accidentellement sur un petit nombre de points où les courants océaniques viennent les déposer, et encore ne s'y montrent-ils que presqu'à l'état de calcaire marneux; car, de même qu'à l'embouchure des fleuves et sur quelques côtes, les dépôts fluvio-marins et vaso-marneux sont continuels et se forment constamment; de même, dans les régions tout à fait océaniques, les dépôts calcaires y règnent exclusivement, et ne présentent au géologue qui les explore qu'une série monotone et gigantesque de calcaire compacte, le plus souvent non fossilifère.

Ainsi, en appliquant ces principes au terrain jurassique, je ne considère dans ce terrain que quatre grands étages qui ont été reconnus dans toutes les régions littorales, sub-pélagiques et pélagiques de l'Océan jurassique de l'Europe centrale, et qui présentent dans chacune d'elles des caractères pétrographiques analogues de même qu'un ensemble d'êtres assez semblables, dont plusieurs espèces se retrouvent partout où l'on rencontre l'étage. Cependant je dois dire que ces

grandes divisions pour le terrain jurassique s'appliquent particulièrement à celui qui constitue les chaînes des Monts-Jura, où je l'ai étudié presque sur tous les points, et je ne les étends aux autres pays qu'avec beaucoup de réserve; car, ne les ayant pas tous visités, je ne puis baser mon opinion que sur des observations faites souvent trop rapidement et sur un petit nombre de points, pour les contrées que j'ai parcourues, ou bien sur les communications que j'ai reçues et sur les ouvrages où on les a décrits, pour les localités que je n'ai pas encore explorées.

Revenons aux étages oolitiques inférieur et supérieur, que j'ai regardés comme des formations calcaires, quoique ces formations renferment plusieurs petits dépôts marneux littoraux, qui sont le *fuller's-earth*, les *marnes à Astartes*, le *Kimmeridge-clay* et les *marnes portlandiennes*. Ces dépôts, que l'on ne rencontre que près des rivages de l'Océan jurassique, et même pas sur tous les points, et dont le synchronisme dans les différentes contrées est très douteux, se montrent le long de la bande qui entoure l'île primitive de la Grande-Bretagne, sur les côtes de Normandie et autour du Morvan, des Vosges et du Schwarzwald. Mais, aussitôt que l'on s'avance dans les régions sub-pélagiques, ces dépôts diminuent rapidement de puissance et ne peuvent servir que pour marquer les subdivisions des étages oolitiques. Enfin, dans les régions pélagiques, ils disparaissent complétement, et les dépôts oolitiques ne présentent plus qu'une énorme masse d'assises continues de calcaires, comme cela a lieu dans la partie méridionale et orientale du Jura suisse et français, dans les Alpes et dans une partie de l'Allemagne (1). Ainsi je ne considère ces petits dépôts vaso-marneux que comme des interruptions littorales des étages oolitiques, et je les laisse enclavés dans ces étages, dont ils ne sont que des accidents locaux et littoraux.

La faune des étages oolitiques est complétement différente de celles des dépôts liasique et oxfordien. Les genres, les familles mêmes se trouvent remplacés par d'autres dont l'organisme est approprié au milieu dans lequel ils vivaient. Les polypiers, qui étaient très rares dans les formations vaso-marneuses, prennent ici un grand développement; ils forment des bancs et des récifs composés principalement de coraux fixes, à bases solides, analogues aux bancs et aux îles de coraux qui se forment actuellement dans la Polynésie.

Les êtres organisés de ces formations calcaires se divisent en deux séries bien

(1) Dans la Souabe, ces assises des *marnes à Astartes*, du *Kimmeridge-clay* et des *marnes portlandiennes*, disparaissent entièrement et n'ont même aucun représentant certain dans la grande série de calcaires compactes, blancs, qui y composent le Jura supérieur (*Weisser Jura* de M. de Buch.). Quant au *fuller's-earth*, non seulement il y existe à l'état marneux, mais encore l'étage oolitique inférieur est lui-même marneux en entier et constitue des talus de marnes qui supportent les assises du Jura blanc. Cette composition marneuse de l'étage oolitique inférieur l'a fait comprendre avec d'autres couches également marneuses, dont M. de Buch a désigné l'ensemble sous le nom de Jura brun (*Brauner Jura;* voir *Über den Jura in Deutschland*, p. 61, par Léopold de Buch, *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1837).

distinctes. La première, qui est celle que l'on rencontre dans les calcaires marneux et compactes, à pâte très fine, se compose principalement d'acéphales et de gastéropodes à test assez mince, réunis par familles, et formant des bancs dont l'association des espèces varie beaucoup suivant les localités. Dans l'étage oolitique inférieur, cette série renferme en outre une très grande quantité de céphalopodes appartenant aux genres Ammonite, Nautile et Bélemnite, mais dont les groupes sont différents de ceux qui vivaient lors des formations vaso-marneuses liasique et oxfordienne, et dont les espèces sont le plus souvent gigantesques. Cette présence des céphalopodes dans l'étage oolitique inférieur s'explique facilement par sa position enclavée entre les deux formations vaso-marneuses liasique et oxfordienne, dont l'organisme présente le maximum de développement pour les céphalopodes jurassiques, et il n'est pas étonnant que l'oolite inférieure, qui peut être regardée comme un groupe servant de transition entre ces deux étages, en contienne un assez grand nombre.

La seconde série organique présente des phénomènes biologiques du plus haut intérêt. Autour des bancs de coraux, formés par des polypiers appartenant aux genres *Astrea*, *Agaricia*, *Pavonia*, *Meandrina*, *Scyphia*, *Lithodendron*, etc., se développe une association d'êtres dont l'*habitus* est propre à résister à l'action des vagues, qui, comme on le sait, sont très agitées dans les environs de ces bancs. Ainsi l'on voit apparaître les crinoïdes à longues tiges élastiques et à bases très ramifiées; les échinides à coquille ellipsoïdale et à disque aplati, présentant une forte résistance par l'épaisseur de leur test et par les piquants dont ils étaient armés; les acéphales à coquilles fortement plissées et dentelées, se fixant solidement aux corps immobiles, ou bien ceux qui, par le développement énorme de la matière calcaire, présentent, ainsi que les gastéropodes, des espèces très bien appropriées pour vivre au milieu des bancs de coraux.

Ce nouvel organisme coralligène ne se trouve dans l'étage oolitique inférieur qu'à l'état rudimentaire; il n'acquiert un développement réellement remarquable que dans l'étage supérieur. Dans l'oolite inférieure, les genres ne sont représentés que par un petit nombre d'espèces et d'individus; les stations des coraux sont peu nombreuses, et tout y indique, en un mot, une nouvelle série d'êtres organisés.

Un fait bien curieux, c'est que les deux grandes formations calcaires présentent des caractères paléontologiques et pétrographiques inverses de ceux des deux grandes formations vaso-marneuses. Ainsi, dans les dépôts liasique et oxfordien, c'est le lias (la première des deux formations vaso-marneuses) qui offre le plus grand développement pétrographique et paléontologique, tandis que pour les deux dépôts calcaires, c'est le second, c'est-à-dire l'étage oolitique supérieur, dont le développement pétrographique et paléontologique a exigé le plus d'énergie dans les phénomènes sédimentaires et biologiques. Un fait qui semble résulter de cette observation, c'est que la vie se développe avec beaucoup plus de facilité dans un

milieu où les dépôts se forment avec le plus de régularité et où les sédiments sont le plus abondants que dans les formations dont les eaux étaient agitées et tenaient moins de matière en suspension, c'est-à-dire que la formation calcaire oolitique supérieure a eu besoin, pour avoir tout son organisme, d'être précédée de la période, en quelque sorte rudimentaire, de l'oolite inférieure, tandis que les formations vaso-marneuses, dont les dépôts s'opèrent avec beaucoup plus de tranquillité, ont atteint de suite, dès la première formation, qui est le lias, le maximum du développement organique, qui n'a fait ensuite que décroître dans l'étage oxfordien, dont le développement sédimentaire est bien moindre que celui du lias.

Étage liasique.

Limites et divisions. Le lias qui commence, comme je l'ai démontré précédemment, au *bone-bed*, dans les localités où l'on rencontre cette couche, et plus généralement à des assises d'un calcaire bleu-grisâtre, sableux, renfermant des *Cardinia* et des *Lima*, comprend toute cette immense masse de marnes et les grès superposés, et va se terminer à un calcaire marneux très compacte, un peu ferrugineux, qui commence l'étage oolitique inférieur. Les dernières couches marneuses placées entre les bancs de grès renferment les *Ammonites opalinus* (*primordialis*) et *Aalensis*, qui terminent la série des Ammonites du lias.

Je divise en trois groupes l'étage liasique ; ces groupes sont très distincts, et ont des caractères qui permettent de les reconnaître immédiatement. Ce sont le *lias inférieur*, qui comprend le dépôt des calcaires à Gryphées arquées ; le *lias moyen*, qui se compose de toutes les marnes et des calcaires marneux compris entre le *calcaire à Gryphées* et les *schistes bitumineux* ou de *Boll* ; enfin le *lias supérieur*, dont les nombreuses assises marneuses, de couleur noir-bleuâtre, alternent, à la partie supérieure, avec les *grès super-liasiques*.

Distribution géographique. Le lias est très développé dans toute la partie occidentale du Jura français, surtout dans le Jura salinois, où on le rencontre sans interruption tout le long de la falaise jurassique qui s'étend de Salins à Saint-Amour. Comme il se trouve à mi-côte des pentes abruptes, de nombreux ravins le sillonnent et présentent un grand nombre de localités où l'on peut facilement l'étudier. On le rencontre aussi sur quelques points du premier plateau du Jura, où il affleure au fond de quelques vallées de dislocation ; mais lorsque l'on s'avance vers le Haut-Jura, comme dans les chaînes des Hautes-Joux, du Rizou, de la Dôle, du Crèt de Chalam et du Reculet, il disparaît sous les voûtes oolitiques qui le recouvrent en entier.

Lias inférieur ou calcaire à Gryphées arquées.

Caractères généraux. Calcaire marneux, compacte, bleuâtre, quelquefois gris et alors sableux, avec de nombreuses taches ferrugineuses, et renfermant une grande quantité de Gryphées arquées, d'Ammonites, de Cardines et de Limes.

SYNONYMIE.

Angleterre. *Limestone of the Lower Lias Shale*, ou *véritable lias. Lias sandstein won Linksfield of Brora* (Rugby, Lyme-regis). Conybeare et Philips.

Allemagne. *Gryphitenkalk, calcaire du lias.* De Mandelsloh. *Sand und Thonkalke* du *Schwarzer Jura* (α). Quenstedt (Wurtemberg).

France. *Calcaire à Gryphées arquées.* Dufrénoy et Élie de Beaumont (1). *Étage sinémurien* (2), Alcide d'Orbigny. *Lias inférieur.* Victor Simon (3) (Moselle). *Calcaire à Gryphæa arcuata et infra-lias avec arkose.* Moreau (4) (Yonne).

LES MONTS-JURA.

Canton de Bâle. *Bunte Mergel* (en partie), et *Gryphitenkalk.* Mérian.

— d'Argovie. *Gryphitenkalk.* Rengger et Mousson.

— de Soleure. *Liaskalk.* Hugi. Terrain du *calcaire à Gryphées arquées*, moins le *grès infra-liasique.* Gressly.

— de Berne. *Calcaire à Gryphées arquées.* Thurmann.

Département de la Haute-Saône. *Etage moyen liasique.* Thirria.

— du Doubs. *Lias inférieur*, moins le *quadersandstein.* Boyé.

Environs de Lons-le-Saulnier. *Calcaire à Gryphites.* Charbaut.

Pétrographie et géognosie. Calcaire compacte et sub-compacte, à pâte assez fine, souvent marneuse, à cassure esquilleuse et rayonnante, de couleur bleuâtre, quelquefois grisâtre, avec de petits points brillants. Une argile schisteuse, grise, est souvent placée en très minces assises entre les couches calcaires.

La stratification est régulière, et les assises calcaires, variant de 10 à 60 centimètres, sont séparées par des assises de marnes schisteuses de 1 à 2 centimètres d'épaisseur (5). Les fendillements perpendiculaires aux strates sont très nombreux, ainsi que les rognons calcaréo-marneux adhérents aux parties supérieures et inférieures des couches calcaires, ce qui leur donne un aspect mamelonné.

On rencontre dans plusieurs des assises, surtout à la partie inférieure, de nombreuses taches d'oxyde de fer, quelques veines spathiques et des matières bitumineuses. Les cloisons des Ammonites et des Nautiles sont souvent tapissées de

(1) Voir *Explication de la carte géologique de la France*, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, t. I, p. 59.

(2) Voir *Paléontologie universelle des coquilles et des mollusques*, par Alcide d'Orbigny, t. I, p. 260.

(3) Voir *Mémoire sur le lias du département de la Moselle*, par Victor Simon, p. 17, Metz, 1836.

(4) Voir *Réunion extraordinaire de la Société géologique à Avallon*, Bull. de la Soc. géologique de France, 2e série, t. II, p. 670.

(5) A la partie inférieure, les deux ou trois premières couches sont formées d'un calcaire gris-jaunâtre, un peu sableux, pétri de *Cardines* et de *Limes*. Ces assises, dont la puissance est à peine de $1^{m},50$, correspondent à l'énorme série de couches de l'*infra-lias* des départements de la Nièvre, de l'Yonne et de la Côte-d'Or, ainsi qu'à la partie inférieure du *Sand und Thonkalke* (Calcaire marneux et sableux) des géologues wurtembergeois, composé du *Psilonoten-Kalk*, *Dunkle Thone mit Nagelkalk* et *Gelbe Sandsteine mit Thalassiten.* Ce faciès de calcaire sableux remplace, dans les Monts-Jura, les assises du grès jaune, grisâtre, intercalées entre ces premières couches du lias inférieur du Wurtemberg et de la Bourgogne.

cristaux de carbonate de chaux, quelquefois colorés en rose par de l'oxyde de fer, ainsi que de beaux cristaux de sulfate de baryte.

La puissance moyenne de ce groupe est de 6 mètres.

Paléontologie. Les fossiles sont extrêmement nombreux et appartiennent tous à une nouvelle faune; chaque genre et chaque espèce prend de suite un immense développement, et se rencontre assez généralement dans toutes les localités où ce groupe est à découvert. Les Ammonites, les Nautiles et les Gryphées sont surtout répandus uniformément, et se montrent partout en grande abondance; mais les Limes, les Cardines, les Pleuromyes et les Pinnes ne se rencontrent que dans quelques localités, où ils formaient des bancs souvent très considérables, comme le prouvent leurs nombreux débris, dont la grande accumulation forme souvent une lumachelle. Les Cardines, les Limes et les Pleuromyes se montrent surtout à la partie inférieure du groupe, dans les couches en contact immédiat avec le keuper; plus haut, vers le milieu, les Gryphées arquées dominent complétement et présentent des bancs de lumachelle de 2 mètres d'épaisseur. La position et le bon état de conservation de la *Gryphœa arcuata* ne permettent pas de douter qu'elle n'ait vécu à la place où on la trouve avec de grandes Ammonites et des Nautiles; l'extension que prend cette espèce d'acéphale et son existence sur presque tous les points littoraux, sub-pélagiques et pélagiques de la mer liasique, est un fait assez étonnant, et qui montre combien une même espèce peut se développer dans une grande étendue de mer, y vivre sur presque tous les points à la fois, et offrir partout une multiplication extrême dans un très court espace de temps. Ce phénomène de l'extension des espèces s'observe surtout dans le lias; car, dans les autres étages jurassiques, les espèces et même les genres ne se montrent que sur un assez petit nombre de points, et franchissent rarement les limites qui leur semblent assignées par leur organisme.

Les Ammonites et les Nautiles appartiennent à des espèces de grande taille; quelques unes, comme l'*Ammonites Bucklandi*, atteignent jusqu'à un mètre de diamètre. Ces céphalopodes, en très grande abondance dans le Jura salinois, indiquent, pour cette partie du Jura, une région sub-pélagique; et les bancs formés par des mollusques acéphales tels que Cardines, Limes et Pleuromyes, montrent qu'il existait des bas-fonds dans ces parages.

Les premières Ammonites que l'on rencontre sont: les *Ammonites psilonotus*, Quenst., et *angulatus*, Schlot., qui se présentent immédiatement dans les deux premières assises, avec *Cardinia concinna*, *securiformis* et *Lima gigantea.* La partie inférieure de la première assise, tout à fait en contact avec les marnes du keuper, offre sur plusieurs points, entre autres à Boisset, près de Salins, de petits grains de quartz plus ou moins anguleux, avec dents de poissons et de sauriens, appartenant aux genres *Hybodus*, *Thectodus*, *Acrodus*, *Gyrolepis*, *Saurichthys*, etc., et qui constituent le *bone-bed*, identique à celui du Wurtemberg.

Les gastéropodes sont peu nombreux, et les radiaires ne sont représentés que

par une Pentacrine. Quant aux polypiers, ils sont extrêmement rares et n'ont encore été rencontrés que dans les environs de Salins (1).

On trouve très souvent, soit entre les assises du calcaire, soit dans l'intérieur même des strates, de nombreux débris de bois fossiles passés à l'état charbonneux et bituminisé, et dont la structure interne indique des Dicotylédonées.

Les fossiles sont en général bien conservés; les uns ont leur test calcaire, surtout les Limes et les Gryphées, et les autres n'offrent que leurs moules internes. Ceux qui sont le plus caractéristiques sont : *Gryphœa arcuata; Ammonites psilonotus, angulatus, Bucklandi, Conybeari* et *kridion; Nautilus intermedius; Lima gigantea; Cardinia concinna* et *Pentacrinus basaltiformis* (2).

Lias moyen. . . . . . .
- (*a*) Marnes à *Gryphœa cymbium* ou de Balingen.
- (*b*) Calcaire à Bélemnites.
- (*c*) Marnes à *Ammonites margaritatus* ou *amaltheus*.
- (*d*) Marnes à Plicatules.

Caractères généraux. —Marnes et calcaires marneux, de couleur bleue et jaunâtre, quelquefois micacés, sub-schisteux, avec rognons de fer carbonaté et *Septaria*.

SYNONYMIE.

Angleterre. *Argillaceous Lias* et *Marlstone*, comprenant *Aberthan bleumarl*, *Landymarl*, (*Downcliffs*), *Sandstone ferrugineous* (*Edgehile*) et *Sandstone calcareous* (*Banburg*). C'est le *Lower lias shale* (en partie) et le *Marlstone series* de John Phillips.

Allemagne. *Oberer lias Mergel* (en partie); *schistes du lias* (en partie) de M. de Mandelsloh. *Thurnerithon*, *Numismalismergel* et *Amaltheenthon* du *Schwarzer Jura* (β), (γ) et (δ) de M. Quenstedt (Wurtemberg).

France. *Étage liasien.* Alcide d'Orbigny. *Partie du lias supérieur* des géologues français. *Marnes avec ovoïdes*, *feuilletées*, et *calcaire à Bélemnites.* Victor Simon (Moselle). *Marnes à Bélemnites*, *marnes sans fossiles* et *couche à Gryphœa cymbium.* Moreau (Yonne).

LES MONTS-JURA.

Canton de Bâle. *Bunte Mergel* (en partie), *Belemnitenmergel.* Mérian.

Cantons d'Argovie, de Soleure et de Berne. *Lias supérieur* (en partie). Gressly et Thurmann.

Département de la Haute-Saône. *Lias supérieur* (en partie). Thirria.

— du Doubs. *Lias moyen.* Boyé.

Environs de Lons-le-Saulnier. Partie des *marnes de la formation du calcaire oolitique.* Charbaut.

(1) J'ai vu les mêmes espèces de polypiers, ainsi que deux ou trois autres, dans les collections de M. Guillebot de Nerville, ingénieur des mines à Dijon, qui les avait recueillis dans les mines de fer oligiste de Thostes et de Beauregard, près de Semur, où elles sont plus nombreuses qu'à Salins. Elles y accompagnent, du reste, comme à Salins, les *Cardinia, Astarte, Ammonites psilonotus* et *angulatus*, qui se trouvent là aussi dans les premières couches du lias inférieur; seulement tous ces fossiles présentent le singulier phénomène d'être à l'état de fer oligiste, tandis que partout ailleurs, excepté toutefois en Hanovre, où ils sont aussi ferrugineux, ils sont soit à l'état de spath calcaire, comme dans le Wurtemberg, les Monts-Jura et une partie de la Bourgogne, soit à l'état siliceux, comme dans l'arkose, qui prend alors le nom d'*arkose coquillière*, des environs d'Avallon.

(2) Pour les autres fossiles, voir la liste générale placée à la fin de l'étage liasique.

Je subdivise ce groupe en quatre sous-groupes, caractérisés chacun par un ensemble de fossiles différents et par une pétrographie particulière.

(*a*) Marnes de Balingen ou à *Gryphæa cymbium.*

Pétrographie et géognosie. — Marne et calcaire marneux, assez homogènes, gris bleuâtre, à texture terreuse et à structure sub-schisteuse ; les calcaires sont compactes, de couleur gris de fumée ou bleu, à cassure lisse ou mate, et se brisant assez facilement lorsqu'ils sont exposés à l'air.

La stratification est régulière. Les assises de marnes alternent avec des couches calcaréo-marneuses disposées comme des pavés et dont le nombre va en diminuant à mesure que l'on s'élève. On y rencontre assez rarement des rognons et des plaquettes de fer carbonaté, renfermant quelquefois de nombreux débris de bois et de valves triturées de *Pecten, Lima*, etc.—La hauteur de ce sous-groupe est de 10 mètres.

Paléontologie.—Les fossiles, assez abondants dans cette division, présentent une grande variété dans leur distribution. Les céphalopodes, moins nombreux que dans le lias inférieur, se montrent encore en assez grande abondance, et si les Ammonites ne présentent plus qu'un petit nombre d'espèces de grande taille, les Bélemnites y acquièrent un immense développement et se rencontrent par couches et par nids semblables à ceux de la *Gryphæa arcuata*. Les Ammonites de petite taille commencent à paraître, et plusieurs espèces sont tellement petites qu'elles n'ont que 50 millimètres de diamètre. Les couches qui renferment ces petites Ammonites reposent immédiatement sur la dernière couche du lias inférieur, qui est composé d'une lumachelle de *Pentacrinites basaltiformis* ou *Pentacriniten bank* des géologues allemands. Au lieu d'être très développées, comme dans le Wurtemberg, où ces mêmes assises ont de 70 à 90 mètres de puissance, celles du Jura n'ont que 6 à 8 mètres d'épaisseur, mais correspondent exactement aux précédentes. Ainsi, au lieu d'avoir cette énorme série d'assises du *Thurnerithone* de l'Albe, avec les différentes subdivisions, établies tout dernièrement dans ce groupe par mon ami M. Oscar Fraas (voir *Die thone des untern lias,* dans les mémoires de la Société des naturalistes wurtembergeois 1846), on ne trouve que des assises marneuses minces, présentant ces mêmes subdivisions, que dans le Wurtemberg et avec les mêmes fossiles, qui sont : à la partie inférieure, l'*Ammonites Turneri;* puis viennent les *Ammonites bifer, oxynotus, natrix* et enfin l'*Ammonites raricostatus,* qui se trouve avec les *Gryphæa cymbium,* à la partie supérieure de ces marnes. Ces petites Ammonites sont ordinairement pyriteuses, tandis que celles de grande taille sont à l'état de moule marno-calcaire. Elles sont distribuées avec beaucoup de régularité dans les diverses couches de cette division et sont souvent, avec les Bélemnites, les seuls fossiles que l'on y rencontre. Les gastéropodes peu nombreux ne sont représentés que par quelques

moules de *Trochus* et de *Melania*. Les acéphales, quoique très répandus dans certaines localités, ne se rencontrent cependant que sur un petit nombre de points. La *Gryphœa cymbium* (1), si abondante dans les environs de Salins et de Besançon, devient rare dans les environs de Porrentruy, et ne se trouve qu'accidentellement dans les Jura soleurois et argovien. Cette espèce a conservé son test spathique, mais il est rare de trouver des exemplaires bien conservés et je ne connais que deux localités où on les rencontre un peu abondamment en bon état : c'est à Blégny, près de Salins, et à Arguel, près de Besançon. Plusieurs espèces de Térébratules sont très abondantes, surtout la *T. numismalis*, et elles se trouvent soit à l'état de moule pyriteux, soit avec leur test. Mais les fossiles qui sont les plus rares et dont la distribution mérite le plus de fixer l'attention sont les Pholadomyes, les Mactromyes et les Arcomyes. Jusqu'à présent on ne les avait rencontrés que dans le golfe alsatique et sur quelques points littoraux de Bâle, d'Argovie et de Soleure, et encore en assez petite quantité; leur présence dans les environs de Salins indique un bas-fond dans cette partie de l'Océan jurassique, car on ne peut pas supposer qu'ils aient été charriés par les courants, vu leur bon état de conservation, qui permet d'observer les stries les plus délicates, puis leur groupement par familles de dix à douze individus de chaque espèce de tout âge, et enfin leur position qui est celle dans laquelle ils ont dû vivre. Les différentes espèces ne se trouvent pas dans les mêmes couches et se montrent toujours dans les calcaires marneux; ainsi, les *Pholadomya Voltzii* et *reticulata* se rencontrent à la partie inférieure, tandis que la *Mactromya liasina* est à la partie supérieure. Ce dernier fossile, extrêmement rare dans tout le Jura et l'Alsace, se trouve en abondance à Pinperdu, près de Salins, dans une couche de calcaire marneux où j'en ai recueilli une tren-

(1) Je dois faire remarquer que la *Gryphœa cymbium* que l'on rencontre dans les Monts-Jura et en Wurtemberg n'est pas la même espèce que celle qu'on a l'habitude de désigner sous ce nom en Bourgogne. Celle du Jura est la *Gryphœa cymbium*, var. *ventricosa* de Goldf., que l'on trouve aussi au même niveau géognostique en Bourgogne, ainsi que j'ai pu le constater sur plusieurs points des départements de la Côte-d'Or et de l'Yonne, et particulièrement dans les carrières à droite de la route, en allant d'Avallon à Vassy, où elle se présente dans un calcaire bleu, ressemblant parfaitement au calcaire à Gryphées arquées, mais cependant supérieur à ce dernier. Quant à celle que l'on entend ordinairement sous le nom de *Gryphœa cymbium*, en Bourgogne, et qui se trouve aussi dans la même position géognostique en Normandie et en Angleterre, je crois que c'est la variété *gigantea* de Goldfuss; elle se trouve dans mes *marnes à Plicatules* ou dans le *Thone armer an Muscheln* de l'*Amaltheenthone* de M. Quenstedt; mais, ainsi que je l'ai dit précédemment, je ne sache pas que cette espèce ou cette variété, si l'on veut la regarder comme telle, ait jamais été rencontrée ni dans les Monts-Jura, ni dans le Wurtemberg. Pour éviter à l'avenir des confusions, qui ont déjà eu lieu relativement à cette couche de marnes à *Gryphœa cymbium*, je proposerai, d'après l'avis des géologues bourguignons et surtout de M. Moreau d'Avallon, qui m'a demandé plusieurs fois de changer ce nom de groupe, de le désigner sous le nom de *marnes de Balingen*, à cause du beau développement que cette série d'assises présente aux environs de Balingen (Wurtemberg), où on le rencontre avec un grand nombre de fossiles, surtout dans la localité appelée Eyachriss, dont M. Oscar Fraas a donné une excellente coupe dans le mémoire déjà cité.

taine d'exemplaires de tout âge. La présence de ces Myes seulement dans les couches marno-calcaires, de même que celle d'un assez grand nombre de *Gryphæa cymbium* (quoique ces derniers fossiles se trouvent aussi dans les marnes), semble indiquer l'origine de ces calcaires marneux, ou du moins avoir été une des causes qui ont contribué à leur formation; car les Myes, vivant au fond de cette vase marneuse, sécrétaient une certaine quantité de carbonate de chaux qui, joint aux matières résultant de la décomposition de leur test (car on les rencontre tous à l'état de moule), ont dû nécessairement former de petites couches calcaréo-marneuses; et si ce fait n'a pas été l'unique cause du dépôt de ces couches, il a dû y contribuer dans certaines localités. Les *Gryphæa cymbium*, et surtout les Bélemnites et les Ammonites, douées de moyens de locomotion beaucoup plus perfectionnés, qui leur permettaient de vivre au dehors et au-dessus de ces vases marneuses, n'ont pas autant contribué à la formation de ces calcaires; aussi ces fossiles, surtout les Bélemnites, ont-ils presque tous conservé leur test. Je dois ajouter que dans les localités où j'ai observé ces Myes le nombre des couches calcaréo-marneuses est bien plus grand que sur les autres points, comme on peut le voir dans la coupe de Pinperdu, près de Salins.

Les zoophytes sont peu nombreux et n'offrent que deux espèces de Pentacrines et un Cidaris extrêmement rare. Quant aux végétaux, on trouve dans les calcaires marno-compactes de nombreuses tiges de *Sphærococcites crenulatus*, Sternb., d'autres Algues assez mal conservées, et des plaquettes d'une lumachelle formée de débris de fossiles triturés et renfermant du bois à l'état ferrugineux.

(*b*) Calcaire à Bélemnites.

Pétrographie et géognosie. — L'assise qui forme cette subdivision se compose d'un calcaire marneux, à cassure écailleuse et par petits fragments, ce qui rend très difficile la taille des échantillons. La couleur est bleu clair à l'intérieur et jaunâtre au dehors; au-dessus et entre les assises de calcaire se trouvent des couches minces de marnes argileuses, très plastiques, renfermant une grande quantité d'oxyde de fer rouge-jaunâtre; le calcaire est lui-même souvent marqué de ces taches ferrugineuses et renferme des nids passés à l'état de fer carbonaté.

La stratification est régulière, mais la hauteur de la couche varie beaucoup suivant les localités; quelquefois même elle manque complétement: aussi cette subdivision doit-elle être regardée comme accidentelle, et son dépôt n'est probablement pas synchronique de celui des couches de calcaire à Bélemnites observées dans d'autres pays. Je ne l'ai citée qu'afin de montrer que les couches à Bélemnites, qui se rencontrent dans presque toutes les contrées liasiques, se trouvent aussi dans le Jura salinois. Cependant je ferai remarquer qu'aux environs d'Avallon cette assise est assez développée; elle y renferme les mêmes fossiles que dans le Jura, mais en plus grand nombre, et elle est à l'état de marne plutôt

qu'à l'état calcaire. Ce sont les *marnes à Bélemnites* de M. Moreau. On retrouve aussi cette subdivision en Wurtemberg, où elle constitue les dernières couches du *Numismalismergel* (1). — La hauteur moyenne est de 1 mètre.

Paléontologie. — Les Bélemnites sont extrêmement nombreuses et forment lumachelle. Elles sont dans un assez bon état de conservation et appartiennent aux deux espèces *Belemnites acutus* et *umbilicatus.* Leur répartition dans la couche est assez uniforme ; seulement j'ai remarqué que plus il y a de Bélemnites et plus les assises calcaires sont puissantes. Les autres fossiles que l'on rencontre sont des Ammonites de taille moyenne, passées à l'état de moule calcaire, telles que les *Ammonites Davœi* et *fimbriatus;* la première surtout est assez abondante. Quant aux acéphales, ils sont très rares ; je n'y ai rencontré qu'une petite Nucule.

(*c*) Marnes à *Ammonites amaltheus* ou *margaritatus.*

Pétrographie et géognosie. — Marnes sub-schisteuses, grises, jaunâtres et quelquefois noirâtres, se délitant facilement et faisant fortement effervescence avec les acides. La stratification est régulière et présente une grande masse de marnes non interrompues par des lits calcaréo-marneux, ce qui les rend extrêmement glissantes et occasionne de nombreux éboulements. — La puissance est de 10 mètres.

On rencontre assez souvent des petits rognons mamelonnés de pyrite sulfureuse, ainsi que du fer carbonaté lithoïde. Mais ce que l'on trouve le plus fréquemment, ce sont des rognons calcaréo-marneux, appelés *Septaria*, et dont la forme très variable a attiré depuis longtemps l'attention des géologues. Ces corps, qui varient de la forme cylindrique à celle d'un sphéroïde, dépassent rarement la grosseur du poing ; ils se composent soit de couches calcaréo-marneuses, concentriques autour d'un point, soit de couches calcaréo-ferrugineuses, concentriques à un axe plus ou moins long d'oxyde de fer. Ils ne sont pas disposés par bancs, mais se trouvent disséminés çà et là dans les marnes sans aucun ordre.

(1) Le *Numismalismergel* (marnes à *Terebratula numismalis*) est formé d'assises de calcaires marneux, alternant avec des marnes gris-bleuâtre, et renfermant une très grande quantité de fossiles, qui sont pyriteux à la partie inférieure, et à l'état calcaire à la partie supérieure ; cette dernière partie correspondant précisément à mon *calcaire à Bélemnites.* Les fossiles que l'on y rencontre en Wurtemberg, par exemple, à Galgenberg, montagne située à 2 kilomètres de Balingen, à droite de la route de Tübingen, sont pour la partie inférieure de nombreux fragments des *Ammonites natrix*, *latæcosta*, *Jamesoni*, *Birchi*, *pettos*, *ibex* et *Taylori* (M. Alc. d'Orbigny, *Paléont. fr. terr. jurass.*, p. 324, rapporte à tort cette dernière espèce au lias supérieur ; dans l'Alsace comme dans tout le Wurtemberg, l'*Amm. Taylori* se trouve à peu près au milieu du lias moyen, dans une couche qui se trouve comprise entre celles qui renferment la *Terebratula numismalis* et l'*Ammonites Davœi*). On trouve aussi en abondance les *Terebratula numismalis*, *Spirifer verrucosus*, *Belemnites umbilicatus* et *paxillosus*, etc. Enfin, la partie supérieure est caractérisée par les *Ammonites Davœi*, *lineatus* et *striatus.*

Paléontologie. — Les fossiles sont peu nombreux et n'appartiennent qu'à la famille des céphalopodes; ils se trouvent assez rarement en grand nombre. Les seules espèces que l'on y rencontre sont les *Belemnites umbilicatus* et *Fournelianus*, et l'*Ammonites amaltheus*; la *Belemnites Fournelianus* est assez rare et ne se trouve que dans les couches tout à fait inférieures; quant à la *Belemnites umbilicatus*, elle est beaucoup plus répandue, et, comme on le voit, ces deux Bélemnites se trouvent dans plusieurs divisions du groupe du lias moyen. Aussi je ne considère comme réellement caractéristiques que tous les fossiles réunis de ce groupe, et c'est pourquoi je les ai rassemblés dans une seule liste, en indiquant ensuite secondairement les subdivisions auxquelles ils appartiennent plus spécialement. L'*Ammonites amaltheus* (*margaritatus* de M. d'Orbigny) se trouve assez bien conservé (1); on n'en rencontre le plus souvent que des fragments à l'état de calcaire ferrugineux, et lorsqu'elles sont entières elles sont complétement pyriteuses.

(*d*) Marnes à Plicatules.

Pétrographie et géognosie. — Marnes grises, sableuses, micacées, alternant avec des calcaires marneux, souvent sableux, qui renferment de nombreuses veines et des nids spathiques. La structure est régulière, et présente des alternances de calcaires et de marnes. Ces calcaires sont disposés par lits comme des lignes de pavés et prédominent sur les marnes à la partie supérieure.—Hauteur, 6 mètres.

Paléontologie. — Le fossile le plus caractéristique et que l'on trouve sur presque tous les points des Monts-Jura est la *Plicatula spinosa*, que Charbaut désigne sous le nom d'Anomie. Il est ordinairement accompagné de nombreuses Bélemnites, surtout dans les couches calcaires, où il y en a souvent un si grand nombre qu'on pourrait les confondre avec les couches du calcaire à Bélemnites proprement dit; mais l'espèce est différente, c'est la *Belemnites Bruguierianus*.

L'*Ammonites spinatus* est assez abondante et se rencontre dans tout le Jura salinois. On trouve dans quelques localités un assez grand nombre de *Pecten æquivalvis*, réunis par nids de dix à quinze individus de tout âge; leur position ne permet pas de douter qu'ils n'aient vécu sur les points où on les trouve. Ils sont quelquefois accompagnés d'une Lime assez grosse, très bien organisée pour la nage et pour s'enfoncer dans la vase: c'est la *Lima Hermanni*. Ces fossiles indiquent pour le Jura salinois un faciès sub-pélagique avec quelques bas-fonds; car ils appartiennent tous, par leur organisation, à des espèces habitant la pleine mer.

C'est cette subdivision qui correspond à la véritable couche à *Gryphæa cymbium*

(1) La rareté de ce fossile dans les Monts-Jura fait un très grand contraste avec l'abondance avec laquelle on le rencontre sur tous les points du Wurtemberg, où cette assise est à découvert. Cette subdivision porte, dans ce dernier pays, le nom de *Schwarze Thone mit Schwefelkies* de l'*Amaltheenthon* (marnes noires, avec pyrites, de la marne à *Amm. amaltheus*).

de la Bourgogne, si bien développée dans les carrières de Vassy, près d'Avallon, le long de la nouvelle route de Paris à Dijon, qui passe à Géligny, près de Sombernon, etc.; là les fossiles y sont beaucoup plus nombreux que dans le Jura, non seulement en individus, mais aussi en espèces différentes. En Wurtemberg on a tout à fait le même faciès et une identité parfaite de couches avec celles du Jura, seulement la *Plicatula spinosa* y est un peu plus rare. Ces assises sont connues dans ce dernier pays sous le nom de *Thone und Steinmergelbanke mit Amm. costatus* de l'*Amaltheenthone* (marne et banc de marnes sableuses avec *Amm. costatus* de la marne à *Amm. amaltheus*).

Lias supérieur. . . . . { (*a*) Schistes bitumineux, ou schistes de Boll. (*b*) Marnes à *Trochus*, ou de Pinperdu. (*c*) Grès superliasique.

Caractères généraux. — Marnes très schisteuses, noirâtres, devenant bleuâtres et moins schisteuses à la partie supérieure, micacées, avec des couches minces de grès interposées.

SYNONYMIE.

Angleterre. *Lias de Lyme-Regis* (en partie). *Upper lias shale* (1). Phillips. *Alum-shale* ou *Witby-shale* des géologues anglais.

Allemagne. *Obererliasmergel* (en partie). *Schistes du lias* (en partie) et *grès de l'inferior-oolite* (2). de Mandelsloh. *Posidonienschiefer, Jurensismergel* du *Schwarzer Jura*, et *Opalinusthone* du *Brauner Jura* (3). Quenstedt.

France. *Marnes supérieures du lias*, formant la base de l'étage inférieur. Dufrénoy et Élie de Beaumont. *Étage toarsien.* Alcide d'Orbigny. *Marnes du lias supérieur* (en partie), de plusieurs géologues. *Marnes micacées, grises, siliceuses et grès supra-liasique*, de M. Victor Simon (Moselle). *Marnes schisteuses avec bancs de calcaire à ciment.* Moreau (Yonne).

LES MONTS-JURA.

Canton de Bâle. *Bunte Mergel* (en partie) (4). Mérian.

Cantons d'Argovie, de Soleure et de Berne. *Lias supérieur* (en partie) et *grès super-liasique*, de MM. Gressly, Thurmann et Hugi.

Département de la Haute-Saône. *Etage supérieur du lias* (en partie) (5). Thirria.

— du Doubs. *Lias supérieur* (6). Boyé.

Environs de Lons-le-Saulnier. *Marnes bitumineuses et sans bitume* (7). Charbaut.

(1) Voir *Illustrations of the geology of Yorkshire*, par John Phillips, t. I, p. 32.

(2) Voir *Mémoire sur la constitution géologique de l'Albe du Wurtemberg*, par le comte Frédéric de Mandelsloh, p. 26 et 29, inséré dans les *Mémoires de la soc. du mus. d'hist. nat. de Strasbourg*, t. II, 1835.

(3) Voir l'excellente coupe théorique placée à la fin du *Das flözgebirge Würtembergs*, de M. Quenstedt, p. 539; ainsi que le *Geognostischer Durchschnitt*, qui se trouve au commencement du *Die Petrefacten der Trias und des Jura*, de P. Mohr, p. 8.

(4) Voir *Geognostischer Durchschnitt durch das Juragebirge*, par M. Mérian, inséré dans les *Denkschriften der schweizerischen Gesellschaft*, etc., t. I.

(5) Voir *Statistique minéralogique et géologique du département de la Haute-Saône*, par M. Thirria, p. 252.

(6) Voir *Géologie du Doubs*, par N. Boyé, 2e article, p. 8 et suivantes, et le tableau des principales subdivisions de la formation jurassique dans le Doubs, qui l'accompagne; publié dans les *Mém. et compt. rend. de la soc. lib. d'émul. du Doubs*, t. III, Besançon, 1844.

(7) Voir *Géologie des environs de Lons-le-Saulnier*, par Charbaut; *Annales des mines*, t. IV.

Le lias supérieur se subdivise en trois sous-groupes, qui sont :

(*a*) Schistes bitumineux, ou schistes de Boll.

Pétrographie et géognosie.—Marnes très schisteuses, s'enlevant par feuillets très minces et d'une assez grande surface, ressemblant beaucoup à des schistes ardoisiers ; la couleur varie du noir mat au gris foncé. On rencontre au milieu des couches de petites plaquettes de bitume noir et brun, quelquefois divisées rectangulairement par des cloisons spathiques blanches très fines. Lorsque ce bitume est desséché, il se brise par petits morceaux à facettes lisses et d'un éclat brillant. Les marnes sont elles-mêmes très bitumineuses et sont, par ce motif, sujettes à des glissements. Plusieurs localités présentent, intercalés entre les schistes bitumi neux, des bancs peu épais et rares d'un calcaire argileux, très dur. Ces couches calcaires, qui se rencontrent assez rarement dans le Jura salinois, sont très constantes et assez puissantes en Bourgogne, notamment à Vassy, près d'Avallon, où on les exploite pour la fabrication d'un ciment qui jouit d'une certaine célébrité. Dans les cantons de Bâle, de Soleure et surtout d'Argovie, ces calcaires à ciment sont très développés, et leur nombre devient d'autant plus considérable que l'on se rapproche davantage du Wurtemberg, où ils atteignent leur maximum de puissance. Les schistes ont une stratification régulière, analogue à celle des ardoises; seulement, dans les endroits où le calcaire argileux se présente par gros rognons lenticulaires, les schistes se contournent autour de ces rognons, ce qui leur donne un aspect plus ou moins sinueux. C'est surtout en Wurtemberg et dans l'Argovie que j'ai observé cet accident de stratification. On rencontre assez souvent des veines d'oxyde de fer, surtout à la partie inférieure. — La hauteur moyenne est de 2 à 3 mètres.

Paléontologie. — Les seuls fossiles que l'on rencontre sont : une *Posidonia* très nombreuse, quelques Ammonites aplaties, et des empreintes souvent indéterminables de *Chondrites*; ils sont à l'état marneux et se conservent difficilement. La *Posidonia Bronnii* est peu abondante dans les environs de Salins, tandis qu'elle est très répandue dans les couches des environs de Lons-le-Saulnier et de Besançon. Il est à remarquer que, de même que la *Posidonia keuperina*, elle se trouve dans des schistes complétement analogues. Le petit nombre d'espèces que l'on rencontre habituellement dans cette subdivision contraste avec l'abondance des fossiles de quelques localités privilégiées qui se trouvent dispersées çà et là dans le grand bassin jurassique de l'Europe centrale; ainsi les célèbres localités de Boll, près de Kirchheim, Pliensbach et Ohmden (Wurtemberg), où l'on trouve en si grand nombre les *Ichthyosaurus communis*, *tenuirostris* et *platyodon*, Kœnig.; le *Teleosaurus Chappmani*, Kœnig.; *Pachycormus curtus*, Agass.; *Hybodus pyramidalis*, Agass.; *Lepidotus gigas*, *semi-serratus* et *dentatus*, Agass.; *Tetragonolepis pholidotus* et *semi cinctus*, Agass.; *Ptycholepis Bollensis*, Agass.; *Aspidorhynchus*, *Pachycormus*, etc.; *Teudopsis ampul-*

laris, d'Orb.; *Teudopsis Bollensis*, Voltz; *Beloteuthis sub-costata*, Münst.; *Belemnosepia Bollensis*, *speciosa* et *sagittata*, d'Orb., etc.; *Araucaria peregrina*, Lindley; *Cupressites liasinus*, Kurr; *Zamites Mandelslohi* et *gracilis*, Kurr; *Pterophyllum oblongifolium*, Kurr; *Laminarites cuneifolia*, Kurr; *Chondrites Bollensis*, Kurr, etc. Croisilles, près de Caen (Normandie), et Lyme-Regis, en Angleterre, présentent aussi un très grand nombre de ces différents fossiles, surtout en vertébrés. Vassy, près d'Avallon, quoique beaucoup moins riche que les localités précédentes, est aussi remarquable comme gisement de poissons et d'Ichthyosaures.

(*b*) Marnes à *Trochus* ou de Pinperdu.

Pétrographie et géognosie. — Marnes sub-schisteuses, bleuâtres, assez rarement grises, micacées, faisant fortement effervescence. Structure en petit assez diffuse. On rencontre de nombreux rognons de pyrites sulfureuses, variant depuis la grosseur d'une noisette jusqu'à celle du poing, ainsi que de petites boules calcaréo-marneuses, très compactes, de couleur bleu clair, de forme ellipsoïdale, et qui renferment au milieu de petites pyrites sulfureuses, ou bien des cristaux de sulfate de strontiane. Dans ce dernier cas, les sphérites deviennent céphalaires, et se trouvent par amas en assez grand nombre; elles sont peu communes dans les environs de Salins; mais on les trouve en abondance autour de Lons-le-Saulnier, et surtout entre Rosnay et Baume-les-Messieurs, où il y en a de magnifiques échantillons. — Hauteur moyenne des marnes de Pinperdu, 15 mètres.

Paléontologie. — Les nombreux fossiles que l'on rencontre présentent différentes associations très curieuses, qui indiquent déjà plusieurs faciès pour la répartition des espèces. Le Jura salinois offre les deux faciès sub-pélagique et pélagique. Le premier est surtout très développé dans les environs de Salins, où l'on rencontre en abondance des Bélemnites, des Ammonites, des Arches, des Nucules et des *Trochus*. Les différentes espèces ne sont pas mélangées et présentent une certaine régularité dans leur distribution; quelques unes cependant sont répandues assez généralement, telles que les *Ammonites radians*, *insignis* et *binus*; mais les autres Ammonites se trouvent par familles de 20 à 60 individus de tout âge et dans des localités souvent fort restreintes; ainsi les *Ammonites Germaini*, *sternalis*, *mucronatus*, *Raquinianus*, etc., ne se rencontrent que sur un petit nombre de points. De nombreux courants devaient exister dans cette partie de la mer liasique, car on trouve souvent rassemblés pêle-mêle et dans un assez mauvais état de conservation, surtout les Bélemnites, une très grande quantité de fossiles, qui appartiennent tous du reste à des espèces sub-pélagiques. Les localités où il y a eu des charriages présentent beaucoup de pyrites. Je citerai, par exemple, Pinperdu, près de Salins, sur le bord du chemin qui conduit à la Chaux-sur-Clucy, où l'on trouve une très grande quantité de *Belemnites unisulcatus* très mal conservés, des Ammonites, des Nucules, des *Trochus* et beaucoup de petites pyrites.

Le faciès pélagique s'observe dans les environs de Lons-le-Saulnier, Poligny, Saint-Amour et aux Nans, près de Champagnole ; les fossiles y sont très peu nombreux, et n'offrent que quelques espèces des localités sub-pélagiques, représentées par des individus de grande taille ; mais le plus souvent l'on ne trouve que quelques fragments de Bélemnites. Ce faciès, très répandu dans le Jura suisse, peut se limiter par la ligne qui, partant de Poligny, unirait Morteau, Porrentruy et Aarau. Toutes les régions à l'ouest de cette ligne ont le faciès pélagique, tandis que les régions à l'est et au nord ont un faciès sub-pélagique et littoral.

Le faciès sub-pélagique comprend les environs de Salins, la plus grande partie du département du Doubs, le département de la Haute-Saône, et une partie des cantons de Bâle et d'Argovie ; il se distingue du faciès littoral par l'absence presque complète de Myes et par un énorme développement d'Ammonites de petite taille, d'Arches, de Nucules, et surtout du *Trochus duplicatus*, que l'on rencontre presque partout. Le golfe alsatique est devenu classique pour le faciès littoral, et tous les géologues qui ont étudié le lias connaissent les riches localités de Niederbronn, de Gundershofen et de Mülhausen, devenues célèbres par les savantes recherches qu'y ont faites MM. Voltz et Engelhardt (1).

Les fossiles sont généralement très bien conservés. Ils sont à l'état de moules pyriteux, comme les Ammonites, les Arches, quelques Nucules et *Trochus*, et alors ils ont un éclat métallique cuivreux, verdâtre, qui brille des plus belles nuances dorées et nacrées. Plusieurs de ces fossiles, tels que la plupart des Nucules et des *Trochus*, ont conservé leur test, qui est très mince, d'aspect corné ou sub-translucide.

(*c*) Grès superliasique.

Pétrographie et géognosie. — Grès à base marno-calcaire empâtant des parties sableuses, micacées, avec nombreuses interpositions de couches marneuses de même nature, de couleur roux-grisâtre. La structure en petit est très fissile ; en grand, elle est régulière, par assises alternatives de marnes, de calcaires marneux et de grès (voir Gressly (2), page 69, et Thurmann, p. 37).

(1) Mes marnes de Pinperdu comprennent toutes les assises qui se trouvent entre les schistes de Boll (*Posidonienschiefer* ou schistes à Posidonies de M. Quenstedt) et les assises de marnes micacées, renfermant l'*Ammonites opalinus* et la *Trigonia navis ;* de sorte qu'elles comprennent le *Jurensismergel* (marnes à *Amm. jurensis*) du *Schwarzer Jura* et le *Schwarze Thone mit Nagelkalk* (*Ammonites torulosus*, *Trochus duplicatus*) de l'*Opalinusthon* (marnes à *Amm. opalinus*), qui appartient déjà, suivant MM. de Buch et Quenstedt, au *Brauner Jura.*

(2) MM. Gressly et Thurmann ayant donné, dans leurs mémoires, d'excellentes descriptions pétrographiques et géognostiques des terrains à partir du grès superliasique, je me bornerai à donner les caractères principaux, et je renvoie pour les détails aux travaux de ces savants géologues, intitulés : *Observations géologiques sur le Jura soleurois*, et *Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy.*

Paléontologie. — Les fossiles sont très peu nombreux et assez mal conservés. Les couches calcaréo-marneuses renferment les *Ammonites bifrons* et *opalinus*, le *Nautilus latidorsatus*, et quelques Myes indéterminables. De nombreuses empreintes de végétaux méconnaissables se trouvent sur les plaquettes de grès, ainsi qu'une Astérie. Tous ces fossiles ont perdu leur test, et sont passés à l'état de moule de la même nature que les roches dans lesquelles ils se trouvent.

MM. Thurmann et Gressly ont réuni cette division à l'étage oolitique inférieur (1); cependant sa pétrographie et ses fossiles s'opposent à cette classification, et indiquent évidemment un dépôt vaso-marneux analogue aux autres dépôts liasiques. Je serais même porté à considérer le groupe de l'*oolite ferrugineuse*, qui se trouve immédiatement au-dessus, et qui, comme l'a très bien observé M. Gressly, se confond quelquefois entièrement avec le grès superliasique, comme appartenant aussi à l'étage liasique; car les fossiles que l'on y rencontre sont quelquefois les mêmes que ceux du grès superliasique; ainsi l'*Ammonites opalinus* (*primordialis*, d'Orb.), si caractéristique du grès superliasique, se trouve aussi dans l'oolite ferrugineuse, avec les *Ammonites Murchisonæ* et *discus* (la Roche-Pourrie, près de Salins); et il arrive que sur plusieurs points, notamment entre Lons-le-Saulnier et Bourg-en-Bresse, les oolites ferrugineuses envahissent toute la division du grès superliasique et même une partie des marnes de Pinperdu

(1) M. de Buch, dans son beau mémoire sur la formation jurassique en Allemagne, comprend dans le *Jura brun* cette subdivision du grès superliasique, qui, soit dit en passant, ne correspond pas au *Marly-Sandstone* des géologues anglais, mais bien à la partie supérieure du *Withby-Shale* (le *Marly-Sandstone* correspond à l'*Amaltheenthon* de M. de Quenstedt et à mes *marnes à Amm. amaltheus et à Plicatules* de la partie supérieure du lias moyen.) L'opinion du vénérable et savant M. de Buch, basée sur un fait orographique de la plus haute importance, qui consiste en ce que les diverses assises du Jura noir (*Schwarzer Jura*), et notamment les bancs à *T. numismalis* et les schistes de Boll, forment de petits plateaux, qui viennent s'appuyer contre le grand talus formé par le Jura brun (*Brauner Jura*), surmonté de l'abrupte et du plateau du Jura blanc (*Weisser Jura*); cette opinion, dis-je, est certainement la meilleure que l'on puisse adopter pour les terrains jurassiques de la Souabe, si l'on veut établir, ainsi que l'a fait M. de Buch, trois étages pour le Jura, savoir : Le Jura noir, le Jura brun et le Jura blanc. Mais il me semble que le Jura allemand ne présente que deux grandes divisions auxquelles je conserverais les noms de Jura brun et de Jura blanc, réunissant le Jura noir au Jura brun, car la teinte en grand de ces deux groupes est identiquement la même : leur pétrographie et leur géognosie sont aussi parfaitement semblables. D'ailleurs, il est un point que l'on ne peut pas saisir et que je regarde comme illusoire, dans la division du Jura noir au Jura brun, c'est le passage du *Jurensismergel* à l'*Opalinusthon*. Car, si assez souvent le talus du Jura brun commence immédiatement après les deux ou trois premières couches de marnes et calcaires marneux, qui forment plateau sur les schistes de Boll, et qui renferment les *Ammonites jurensis* et *radians*, il arrive aussi très souvent que le talus commence immédiatement au-dessus du petit abrupte formé par les schistes de Boll, ou bien à une hauteur qui varie de 3 à 12 mètres au-dessus de ces marnes, et alors il se trouve quelquefois que le talus commence dans l'*Opalinusthon* proprement dit, et même je l'ai vu commencer au-dessus de la couche à *Ammonites Murchisonæ* (dans les ravins entre Blumberg et Achdorf, chaîne du Randen).

(Maynal, près de Beaufort); je crois que c'est aussi ce qui arrive à la Verpilière, près de Saint-Quentin (Isère), où l'on trouve ensemble les *Ammonites Murchisonæ, opalinus, cornucopia, bifrons, radians, complanatus*, etc. De sorte que je pense qu'il serait logique de réunir l'*oolite ferrugineuse* au lias supérieur, dont elle est partie intégrante, d'abord sous le rapport pétrographique, car souvent ces deux systèmes de roches s'enchevêtrent l'un dans l'autre, et dans tous les cas l'oolite ferrugineuse semble indiquer un dépôt vaso-marneux de transport sur le point d'être remplacé par une formation calcaire; et ensuite sous le rapport paléontologique, à cause du passage des fossiles, soit dans une même localité, soit dans des localités très voisines. Cependant j'ai encore besoin d'un plus grand nombre d'observations pour me fixer à cet égard, c'est pourquoi je laisse quant à présent l'oolite ferrugineuse dans l'étage oolitique inférieur.

Résumé. — Ainsi les divisions de cet étage sont le lias inférieur, qui peut être regardé comme le commencement du règne des tentaculifères de grande taille; le lias moyen, dont la période de dépôt a été le règne des Bélemnites, et qui a vu apparaître les Ammonites de petite taille; enfin le lias supérieur, qui est le règne des Ammonites de petite taille et des acéphales liasiques.

Les subdivisions que j'ai établies dans les trois groupes qui composent cet étage se montrent non seulement dans le Jura salinois, mais aussi dans tous les Monts-Jura suisses et français, et la plupart persistent dans les contrées environnantes. Ainsi l'on peut regarder comme deux excellents horizons géologiques, 1° la couche à *Gryphæa arcuata*, qui se présente en Angleterre, en Normandie, en Bourgogne, en Franche-Comté, en Lorraine, en Suisse et en Wurtemberg, avec des caractères parfaitement identiques sous les rapports de la géognosie, de la pétrographie et de la paléontologie; 2° les *schistes de Boll*, dont le faciès est aussi le même dans toutes les contrées que je viens d'énumérer. C'est dans le lias, ainsi que je crois l'avoir fait déjà remarquer, que les fossiles sont le plus répandus dans les mêmes couches sur de très grandes surfaces, et que les espèces passent le moins d'une couche à une autre. Les trois autres étages jurassiques présentent au contraire un très grand nombre d'exemples de passage d'espèces d'une couche dans une autre, non seulement pour des pays éloignés les uns des autres, mais aussi dans une même localité. L'étage oxfordien est celui des trois où l'on observe le plus de fixité dans les espèces qui constituent sa faune. On voit donc, d'après ce qui précède, que j'admets le passage d'une ou de plusieurs espèces d'une subdivision dans une autre, et que par conséquent je ne caractérise pas une couche par un seul ou même par deux et trois fossiles, mais bien par la faune entière qui s'y trouve; et alors, par contre, je n'admets pas le passage d'une faune entière d'une couche dans une autre, du moins pour l'Europe centrale.

FOSSILES DE L'ÉTAGE LIASIQUE.

LIAS INFÉRIEUR OU CALCAIRE A GRYPHÉES ARQUÉES.

POISSONS, REPTILES ET CRUSTACÉS.

Je n'ai jusqu'à présent rencontré aucun débris des animaux appartenant à ces classes.

ANNÉLIDES.

On rencontre quelquefois sur le test des Bélemnites et des Gryphées les empreintes d'une *Serpula* inédite (R) (1).

CÉPHALOPODES.

Belemnites acutus Miller (C.)

Se trouve dans les couches tout à fait supérieures du calcaire à Gryphées arquées, dans le *Pentacriniten-Bank.* Environs de Lons-le-Saulnier, Salins et Arbois.

Nautilus intermedius Sow. (C.)

Se trouve dans tout le Jura salinois; plus rare aux environs de Besançon, où on le rencontre à Pouilley-les-Vignes (Pidancet). Dans le Wurtemberg, cette espèce, qui porte le nom de *Naut. aratus* Schlot. (voir *Petref. Deuts.*, de Quenst., p. 55), se trouve aussi dans les assises les plus supérieures du lias inférieur, avec la *Gryphœa arcuata*, dans l'*Arieten-Kalke.* Quoique moins abondant que dans le Jura, je l'ai recueilli cependant dans plusieurs localités, notamment à Ostorf, près de Balingen.

— *inornatus* d'Orb. (2) (R.)

Braçon, près de Salins; et Saint-Amour.

Ammonites psilonotus, var. *lævis* et *plicatus* (1) Quenst.

C'est la première espèce d'Ammonite que l'on rencontre dans le terrain jurassique; elle se trouve, dès la première couche, avec le *Cardinia concinna.* Salins, Lons-le-Saulnier, Poligny, Besançon. En Wurtemberg, elle se trouve aussi dans la première couche du *Schwarzer Jura*, qui prend le nom de *Psilonoten-Kalk.*

— *angulatus*, var. *depressus* et *compressus* (2) Quenst.

Cette espèce se trouve dans les assises immédiatement au-dessus de celles qui renferment la précédente, et cependant encore au-dessous des couches à *Amm. Bucklandi* et à *Gryphœa arcuata.* Elle est assez rare, Blégny et Toutvent, près de Salins; Le Pin, près de Lons-le-Saulnier; et Beure, près de Besançon.

— *Bucklandi* Sow. (C.)

Se rencontre dans toutes les chaînes des Monts-Jura. Ce fossile est un des plus répandus que l'on connaisse, on le trouve en Angleterre, en France, en Suisse, en Allemagne, dans les Alpes (à Millerie), en Italie (à la Spezzia), etc.

— *obtusus* Sow.

Je ne l'ai rencontré qu'une seule fois dans les carrières de la nouvelle route de Salins à Cernans.

(1) J'indique, à l'aide des signes ordinaires (R) la rareté, (T. R.) très rare, (C.) commun et (T. N.) très nombreux, le degré d'abondance des fossiles. J'indique aussi les localités où je les ai recueillis, et, lorsqu'ils ont été rencontrés par MM. Germain et Pidancet, j'ai soin de mettre le nom de ces géologues. Plusieurs indications de localités sont en dehors des limites du Jura salinois, et appartiennent au haut Jura et aux environs de Besançon.

(2) Tous les céphalopodes que je cite sont décrits, soit dans la *Paléontologie française*, terrains jurassiques, de M. Alcide d'Orbigny, soit dans sa *Paléontologie universelle*, ou bien dans la *Paléontologie allemande* (*Petrefaktenkunde Deutschlands*) de M. le professeur Quenstedt de Tübingen.

(1) M. Quenstedt regarde l'*Ammonites torus* d'Orb. comme étant la même espèce que son *Amm. psilonotus plicatus* (Voir *Petref. Deuts.*, p. 74).

(2) Ces deux variétés de l'*A. angulatus* comprennent, d'après M. Quenstedt, les *Amm. Moreanus*, *Boucaultianus* et *Charmassei* de M. d'Orbigny, qui se trouvent dans les couches que les géologues bourguignons ont appelées *Infra-lias* (Voir *Petref. Deuts.*, p. 75).

Ammonites Nodotianus d'Orb.

J'en ai recueilli un seul exemplaire à Toutvent, près de Salins.

— *tortilis* d'Orb. (R.)

Boisset, près de Salins; et Conliège, près de Lons-le-Saulnier.

— *Conybeari* Sow.

Elle est assez rare; cependant on la rencontre aux environs de Salins, de Poligny et de Lons-le-Saulnier (1).

— *kridion* Hehl. (C.)

Environs de Salins et d'Arbois; les Nans, près de Champagnole.

— *carusensis* d'Orb. (T. R.)

Carrières de la nouvelle route de Cernans.

GASTÉROPODES.

Trochus.

Deux espèces, dont l'une se rencontre assez communément.

Pleurotomaria zonata Goldf. (R.)

Environs de Salins (Germain).

Melania globosa Nob. (2), nov. spec.

J'en ai recueilli un seul exemplaire, très bien conservé, à Seizenay, près de Salins.

ACÉPHALES.

Gryphæa arcuata Lam.

Très abondante et très caractéristique dans tout le Jura, en Allemagne, en Angleterre, etc.

Pecten textorius Goldf. (C.)

Environs de Salins et de Lons-le-Saulnier.

— *disciformis* Ziet. (C.)

Carrières de la nouvelle route de Salins à Cernans.

Pecten ambiguus Münst. (T. R.)

Même localité (Germain).

Lima gigantea Desh. (1).

Assez nombreux dans les environs de Salins, rare ailleurs. Chapelle-des-Buis et Pouilley-les-Vignes, près de Besançon (Pidancet).

— *punctata* Desh. (R.)

Carrières de la nouvelle route de Cernans et de Toutvent, près de Salins; Chapelle-des-Buis, près de Besançon (Pidancet).

— *duplicata* Desh.

Se trouve avec le précédent, mais est plus rare.

Spirifer Walcotii Sow. (R.)

Environs de Salins et de Besançon.

— *octoplicatus* Sow.

Plus rare que le *S. Walcotii*. Je l'ai recueilli dans les carrières de la nouvelle route de Cernans.

Terebratula.

Deux espèces. On les rencontre à la nouvelle route de Cernans, où elles sont rares.

Pinna Hartmanni Ziet. (R.)

Carrières de la nouvelle route de Cernans et de Toutvent, près de Salins; Pannesière, près de Lons-le-Saulnier.

Modiola scalprum Sow. (R.)

Boisset et carrières de la nouvelle route de Cernans.

Cardinia concinna (2) Agass. (C.)

Se trouve dans tous les Monts-Jura, dans les premières couches du lias inférieur.

(1) Sans être aussi abondante que l'*Amm. Bucklandi*, cette espèce se trouve aussi répandue sur une très grande surface de l'Europe. Je l'ai recueillie en Bourgogne, dans les environs d'Avallon, et en Allemagne, à Achdorf et à Asselfingen (Chaîne du Randen), ainsi qu'à Balingen (Wurtemberg).

(2) Un grand nombre d'espèces sont inédites et seront publiées par MM. Agassiz et Alcide d'Orbigny; cependant je crois utile de donner les noms que plusieurs portent, soit dans ma collection, soit dans celle de M. Thurmann.

(1) Se rencontre toujours dans les parties inférieures du groupe, en compagnie du *Cardinia concinna* et des *Amm. psilonotus* et *angulatus*. Les fossiles qui appartiennent au genre *Lima* sont plus généralement connus sous le nom générique de *Plagiostoma*. Mais, ainsi que le remarque très bien M. Pictet (*Traité élém. de Paléontologie*, t. III, p. 373), le genre Plagiostome doit disparaître de la méthode.

(2) Ce fossile se trouve constamment dans un horizon des mieux déterminés pour tous les pays situés dans le bassin jurassique de l'Europe centrale. Il se trouve dans la première couche liasique, en contact immédiat avec le keuper. Les différents noms de genres sous lesquels il

Cardinia securiformis Agass. (C.)

Environs de Salins, Besançon, Arbois, Poligny et Lons-le-Saulnier.

— *sulcata* Agass.

Se rencontre moins fréquemment que les précédentes; carrières de la nouvelle route de Cernans.

Venus trigonellaris Schl. (R.)

On la rencontre avec les *Cardinia.* Seizenay, près de Salins.

Avicula Munsteri Goldf. (T. R.)

Carrières de la nouvelle route de Cernans, où M. Germain en a recueilli un seul exemplaire.

Trigonia inédit, du groupe des Clavellées (1).

J'en ai rencontré un seul moule dans les carrières de Cernans.

Inoceramus inédit.

Toutvent, près de Salins, où il est rare.

est connu, sont : en Angleterre, celui d'*Unio* Sow. (genre éminemment fluviatile et dont les caractères sont du reste fort différents) ; en Bourgogne, il a été appelé *Sinemuria* par M. de Christol, qui l'a publié sous ce nom en 1841 ; en Allemagne, M. Quenstedt l'appelle *Thalassites* (Voir *Das flozgebirge Würtembergs*, p. 148); enfin, M. Agassiz l'a désigné, dès 1838, sous le nom de *Cardinia* (Voir *Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft*, réunion à Bâle, 1838 ; et *Mollusques fossiles, Monographie des Myes*, 1842). M. Stutchbury les a désignés aussi, en 1842, sous le nom de *Pachyodon* (Voir *Annals and Magazine of natural history*, avril 1842). Mais c'est évidemment à M. Agassiz que revient l'honneur d'avoir le premier décrit et nommé ce genre, de sorte que c'est son nom de *Cardinia* qui doit être adopté à l'avenir.

(1) M. Agassiz, dans son beau *Mémoire sur les Trigonies*, Neuchâtel, 1840, établit dans ce genre, p. 7 et suivantes, des sections ou groupes naturels au nombre de huit, afin de faciliter la détermination des espèces. Ces sections sont : 1° les *Scaphoïdes*, 2° les *Clavellées*, 3° les *Carrées*, 4° les *Scabres*, 5° les *Ondulées*, 6° les *Costées*, 7° les *Lisses*, et enfin 8° les *Pectinées.*

Pholadomya decorata. Ziet.

Je n'en ai recueilli qu'un seul exemplaire ; c'est à Pinperdu, près de Salins.

Homomya ventricosa Agass. (R.)

Toutvent, près de Salins.

Cercomya inédit.

C'est la première espèce de ce genre trouvée dans le lias ; je l'ai recueillie à Toutvent, où elle est rare.

Pleuromya striatula (1) Agass. (C.)

Environs de Salins, surtout à Toutvent. La Chapelle-des-Buis, près de Besançon (Pidancet).

— *galathea* Agass. (R.)

Toutvent, près de Salins.

— *crassa* Agass. (R.)

Toutvent, et route de Cernans, près de Salins.

RADIAIRES.

Pentacrinus basaltiformis (2) Miller. (T. N.)

Environs de Salins, d'Arbois, de Lons-le-Saulnier et de Besançon. On ne rencontre que des fragments de tiges.

POLYPIERS.

Astrea liasina Nob., nov. spec.

Cette espèce est petite et à base très faible. Je n'en ai rencontré que deux exemplaires à Seizenay, près de Salins.

Anthophyllum inédit. (T. R.)

Je l'ai trouvé avec l'*Astrea.*

VÉGÉTAUX.

Tiges méconnaissables de Dicotylédonées que l'on rencontre assez fréquemment dans les environs de Salins.

(1) Cette espèce est une des plus caractéristiques; elle accompagne toujours la *Gryphœa arcuata,* dans tout le bassin jurassique de l'Europe centrale.

(2) J'ai remarqué que le gisement de cette espèce est le même en Wurtemberg et dans le Jura; elle s'y trouve dans les dernières couches du calcaire à Gryphées, celles qui touchent immédiatement les marnes du lias moyen à *Amm. Turneri.*

LIAS MOYEN.

POISSONS, REPTILES ET CRUSTACÉS.

Pinces et fragments de carapaces de crustacés, appartenant probablement au genre *Palinurus;* ces débris sont assez rares ; je ne les ai rencontrés qu'à Pinperdu, près de Salins. M. à plic (1).

ANNÉLIDES.

Le test des *Gryphæa cymbium* est quelquefois recouvert d'un *Serpula;* Pinperdu, près de Salins.

CÉPHALOPODES.

Belemnites clavatus d'Orb. (R.) M. de Bal.

Pinperdu, près de Salins; Maure, près de Besançon (Pidancet).

— *Bruguierianus* (2) d'Orb. M. à Plic. (C.)

Environs de Salins, Besançon, Poligny et Lons-le-Saulnier.

— *umbilicatus* Blainv. (C.)

On la rencontre dans les divisions inférieures, mais surtout dans les M. à amal. ; Salins, Besançon et Lons-le-Saulnier.

— *longissimus* Miller, M. à Plic.

Je n'en ai recueilli que deux exemplaires à la nouvelle route de Cernans.

— *acutus* Miller, M. de Bal. et forme le C. à Bél.

Cette espèce est très abondante ; on en trouve quelques exemplaires dans les dernières assises du calcaire à gryphées arquées. Environs de Salins et de Besançon.

(1) Pour indiquer les différentes divisions auxquelles appartiennent les fossiles, je pose pour abréger :

M. de Bal., qui veut dire marnes de Balingen.
C. à Bél., — — calcaire à Bélemnites.
M. à amal., — — marnes à *Amm. amaltheus*.
M. à Plic. — — marnes à Plicatules.

(2) M. d'Orbigny dans sa *Paléontologie universelle*, p. 261, change de nouveau ce nom de *Bruguierianus*, contre celui de *niger*, Lister. Cette Bélemnite est aussi connue, même plus généralement, sous le nom de *B. paxillosus*, Schlot. Cette espèce qui passe très souvent d'une couche dans une autre, accompagne le plus habituellement l'*Ammonites amaltheus*.

Belemnites Fournelianus d'Orb., M. de Bal. C. à Bél. et M. à amal.

Se rencontre en abondance à Pinperdu et à Blégny, près de Salins. M. Pidancet l'a recueilli entre l'Arnod et Pugey, près de Besançon.

Nautilus striatus Sow., M. à Plic.

J'en ai recueilli un seul exemplaire à Pinperdu.

Ammonites spinatus (1) Brug., M. à Plic. (C.)

Cette espèce caractérise la partie supérieure du lias moyen. Je l'ai recueillie aux environs de Salins et de Lons-le-Saulnier; Arguel et Vorges, près de Besançon (Pidancet).

— *Turneri* Sow.

Se trouve dans la couche des marnes de Balingen, en contact immédiat avec le *Pentacriniten-Bank.* Très rare dans le Jura salinois, où je n'en ai trouvé que deux exemplaires, à Pinperdu et à Blégny, elle devient plus abondante dans les cantons de Bâle et d'Argovie, ainsi que dans le Würtemberg, où M. Quenstedt a désigné les assises où elle se trouve sous le nom de *Thurnerithone* (marnes à *Amm. Turneri*).

— *Brookii* Sow., M. de Bal. (T. R.)

Pinperdu, près de Salins. C'est l'*Amm. stellaris* Sow. de M. d'Orbigny (voir *Petref. Deuts.* Quenst., p. 77).

— *oxynotus* Quenst.

Parties inférieures des M. de Bal., où je l'ai rencontré assez rarement ; Pinperdu, près de Salins.

— *bifer* Quenst.

Se trouve avec l'espèce précédente, mais plus abondante. M. Quenstedt pense que cette espèce est la même que le *Turrilites Valdani* d'Orb. (voir *Petref. Deuts.*, p. 83).

— *natrix rotundus* Quenst. (R.)

Même localité et même gisement que les deux espèces précédentes.

(1) C'est l'*Amm. costatus*, Rein., dont M. Quenstedt a fait les deux variétés *spinatus* et *nudus* (voir *Petref. Deuts.*, p. 95). Elle se trouve au même niveau en Wurtemberg, à la partie supérieure de l'*Amaltheenthon*.

Ammonites raricostatus Ziet., M. de Bal. (C.)

Se trouve dans la partie supérieure de ce sous-groupe avec le *Mactromya liasina* Agass.; Pinperdu et Blégny.

— *planicostata* Sow., M. de Bal. (R.)

Pinperdu et Boisset, près de Salins ; vallée de Maure, près de Besançon (Pidancet).

— *Engelhardti* (1) d'Orb., M. à amal.

Je n'en ai recueilli qu'un seul exemplaire à Pinperdu.

— *margaritatus* d'Orb. ou *amaltheus* Schlot., M. à amal.

Cette espèce est très caractéristique et se rencontre dans tout le Jura salinois et bisontin ; seulement il est rare de la trouver entière; elle est toujours par fragments. Je possède les trois variétés; celle à pointes alternes se trouve à Pinperdu et à Montservant, près de Salins.

— *Loscomby* (2) Sow., M. de Bal. (R.)

Le Pin et Conliége, près de Lons-le-Saulnier.

— *Davœi* Sow., C. à Bél. (C.)

Cette espèce se trouve fréquemment dans le calcaire à Bélemnites; mais il est rare d'en avoir de beaux exemplaires. Pinperdu et Seizenay, près de Salins.

— *Collenotii* d'Orb.

Je l'ai recueillie dans les premières couches des M. de Bal. en contact avec le calcaire à Gryphées arquées. Pinperdu, où elle est rare.

— *fimbriatus* Sow., M. de Bal. (R.)

Pinperdu et Blégny.

— *subarmatus* Young., M. de Bal.

J'en ai recueilli un seul exemplaire à Pinperdu.

GASTÉROPODES.

Je n'ai rencontré que quelques petits *Trochus* et Rostellaires assez rares, une Mélanie et une Nérinée; ces deux dernières proviennent du calcaire à Bélemnites, et tous ont été trouvés à Pinperdu.

(1) M. Quenstedt fait de cette espèce l'*Amm. amaltheus gigas*, qu'il regarde comme une variété de l'*amaltheus* (*Petref. Deuts.*, p. 94).

(2) C'est l'*Amm. heterophyllus numismalis*, Quenstedt (voir *Petref. Deuts.*, p. 100).

ACÉPHALES.

Gryphœa cymbium, var. *ventricosa* Goldf.

Cette espèce se rencontre dans tout le Jura salinois et bisontin, et est très caractéristique (1) ; mais il est assez rare de la trouver bien conservée. Pinperdu, Blégny et Saint-Thiébaud, près de Salins ; Arguel, près de Besançon.

Pecten æquivalvis Sow., M. à Plic. (C.)

Fonteny et nouvelle route de Cernans; Montaigu et Courbouzon, près de Lons-le-Saulnier (2).

— Espèce inédite des M. de Bal. (R.)

Pinperdu.

Lima Hermanni Goldf., M. à Plic. (R.)

Pinperdu et Fonteny.

Plicatula spinosa Sow., M. à Plic.

Cette espèce très caractéristique se rencontre dans tout le Jura salinois et bisontin, ainsi que dans le Jura Suisse, en Bourgogne et en Wurtemberg.

Spirifer rostratus Ziet., M. de Bal. (R.)

Pinperdu et Seizenay.

— *verrucosus* Ziet., M. de Bal. (R.)

Pinperdu.

Terebratula rimosa de Buch.

Se trouve dans les premières couches des M. de Bal., et quelquefois même dans le calcaire à Gryphées arquées. Pinperdu, près de Salins.

— *variabilis* Schl., M. de Bal. (C.)

Pinperdu et Blégny.

— *numismalis* (3) Bronn., M. de Bal. (C.)

Pinperdu, Saint-Thiébaud; Arguel; Buvilly, près de Poligny.

(1) On trouve cette espèce dans presque toutes les assises des marnes de Balingen, mais surtout à la partie supérieure, avec l'*Amm. raricostatus* et la T. *numismalis*. Je le répète, ce n'est pas la même espèce que celle que l'on a l'habitude de désigner sous ce nom en Bourgogne.

(2) En Wurtemberg, cette espèce est extrêmement rare, tandis qu'en Bourgogne, au contraire, elle est plus commune que dans le Jura.

(3) Cette espèce commune partout, et que j'ai recueillie, en abondance, au même niveau géognostique, en Bourgogne, en Alsace, en Suisse et en Wurtemberg, se trouve à la partie la plus supérieure des marnes de Balingen.

Terebratula quadrifida Lam., M. de Bal. (R.)

Pinperdu et Blégny.

Trigonia inédit, M. de Bal. (R.)

On trouve le moule interne à Pinperdu.

Nucula inédit, M. de Bal. (R.)

Pinperdu.

Astarte Voltzii Hœn., M. de Bal. (R.)

Pinperdu et Blégny.

Goniomya Engelhardtii Agass., M. de Bal. (R.)

Je n'en ai recueilli qu'un seul exemplaire à Pinperdu.

Pholadomya Voltzii (1) Agass., M. de Bal. (R.)

Pinperdu et Blégny; Pouilley-les-Vignes, près de Besançon (Pidancet).

— *reticulata* Agass., M. de Bal. (T. R.)

Pinperdu, près de Salins.

— *glabra* Agass., M. de Bal. (T. R.)

Pinperdu.

Pholadomya foliacea Agass., M. à Plic. (R.)

Nouvelle route de Cernans et Fonteny, près de Salins.

Arcomya oblonga Agass., M. de Bal. (T. R.)

Pinperdu. M. Germain en a recueilli un exemplaire près de Seizenay.

Mactromya liasina Agass., M. de Bal.

Je n'ai rencontré cette espèce que dans la seule localité de Pinperdu, où elle est abondante; elle se trouve à la partie supérieure du sous-groupe, avec l'*Amm. raricostatus*.

RADIAIRES.

Cidaris liasina (1) Nob.

J'en ai recueilli un seul piquant dans les M. de Bal. de Pinperdu.

Pentacrinus subangularis Miller., M. de Bal. (R.)

Pinperdu, Blégny et Saint-Thiébaud.

VÉGÉTAUX.

Sphærococcites crenulatus (2) Sternb., M. de Bal.

Pinperdu et nouvelle route de Cernans.

LIAS SUPÉRIEUR.

POISSONS ET REPTILES.

J'ai recueilli à Montservant, près de Salins, une douzaine de vertèbres d'*Ichthyosaurus*, dans les marnes de Pinperdu.

Lepidotus gigas Agass., (T. R.)

J'en ai recueilli des écailles dans les schistes de Boll, à Fonteny, près de Salins.

J'ai recueilli à Montservant une dent en forme de losange qui ressemble parfaitement à la fig. 10 du *Strophodus subreticulatus* Agass. (voir *Poissons fossiles*, vol. III, p. 125 et tab. 18. fig. 10). Cette dent était dans les marnes à *Trochus* ou de Pinperdu.

ANNÉLIDES.

Serpula.

On la rencontre sur le test des Nautiles.

CÉPHALOPODES.

Belemnites irregularis Schlot. ou *B. digitalis* Blainv. (C.)

Pinperdu, Aresche et Cernans, près de Salins; Conliége et le Pin, près de Lons-le-Saulnier; environs de Besançon.

— *acuarius* (3) Schlot. (R.)

Aresche, près de Salins; Maure, près de Besançon (Pidancet).

(1) En Wurtemberg, où cette espèce porte le nom de *Phol. ambigua*, elle y caractérise une couche nommée *Pholadomyen-Bank*, qui se trouve au milieu du *Turnerithone* (voir *Die thone des untern lias*, par O. Fraas).

(1) Pour les Échinodermes, j'ai suivi la dernière classification adoptée par MM. Agassiz et Desor dans leur *Catalogue raisonné* (voir *Annales des sciences naturelles*, 3e série, *Zool.*, t. VI, VII, VIII, 1846-47).

(2) Voir *Beitrage zur fossilen flora der Juraformation Würtembergs*, par M. Kurr, p. 17, Stuttgard, 1845.

(3) M. d'Orbigny réunit cette espèce à la *B. irregularis* (voir *Paléont. univers.*, p. 278).

Belemnites compressus (1) Blainv. (C.)

Montservant, Pinperdu et Aresche, près de Salins; se trouve dans les couches les plus supérieures des marnes à *Trochus.*

— *unisulcatus* Blainv. (T. N.)

Pinperdu et Aresche, près de Salins; Pannesière, près de Lons-le-Saulnier.

— *brevis* Blainv. (R.)

Pinperdu et Cernans.

— *curtus* d'Orb. (R.)

Pinperdu et Montservant.

Nautilus latidorsatus d'Orb. (T. R.)

Montservant, près de Salins.

— *semistriatus* d'Orb. (T. R.)

Montservant, près de Salins.

Ammonites bifrons Brug. (R.)

On la rencontre dans les dernières couches du calcaire marneux du grès superliasique. Montservant et Baud, près de Salins; Montfaucon, près de Besançon.

— *Thouarsensis* (2) d'Orb. (C.)

Pinperdu, Montservant et Aresche.

— *radians* Schlot. (T. N.)

Environs de Salins, Lons-le-Saulnier et Besançon.

— *Masseanus* d'Orb. (C.)

Montservant et Pinperdu.

— *opalinus* Rein.; c'est l'*Amm. primordialis* de d'Orb. (C.)

Environs de Salins; les Nans, près de Champagnole; Conliége. Il est rare de la trouver bien conservée; elle accompagne l'*Amm. bifrons.*

— *Aalensis* Ziet. (C.)

Baud et Cernans, près de Salins, dans les dernières couches du lias.

(1) Cette espèce et la suivante (*B. unisulcatus*) sont réunies par M. d'Orbigny sous le nom de *B. tripartitus*, Schlot. (voir *Paléont. univers.*, p. 281).

(2) C'est cette espèce qui constitue la couche à *Jurensismergel* des géologues wurtembergeois, et que M. Quenstedt désigne sous le nom d'*Amm. radians depressus* (*Petref. Deuts.*, p. 111). Elle se trouve à un niveau assez inférieur à celui de la véritable *Amm. radians.*

Ammonites Germaini (1) d'Orb. (C.)

Pinperdu, Cernans et Aresche (Germain). Je l'ai recueillie en abondance à Montservant, près de Salins; les Nans, près de Champagnole. Arguel et Vorges, dans les environs de Besançon, où elle est rare (Pidancet).

— *Dudressieri* d'Orb. (R.)

Pinperdu; Maure, près de Besançon.

— *Braunianus* d'Orb. (R.)

Pinperdu et Aresche.

— *mucronatus* d'Orb. (C.)

On la rencontre en abondance à Pinperdu et à Aresche (Germain); les Nans, près de Champagnole.

— *Raquinianus* d'Orb. (C.)

Pinperdu et Aresche.

— *sternalis* de Buch (R.)

Montservant, près de Salins; et les Nans, près de Champagnole. On la trouve aussi aux environs de Besançon, mais elle n'est commune nulle part.

— *insignis* Schubler (T. N.)

Environs de Salins et de Besançon; les Nans, près de Champagnole; le Pin et Conliége, près de Lons-le-Saulnier.

— *variabilis* d'Orb. (R.)

Pinperdu, Cernans (Germain).

— *complanatus* Brug. (C.)

Environs de Salins et de Lons-le-Saulnier.

— *discoides* Ziet. (C.)

Aresche, Montservant et Pinperdu, près de Salins; Maure et Vorges, près de Besançon (Pidancet).

— *concavus* Sow. (R.)

Cernans, près de Salins (Germain).

— *binus* d'Orb. (T. N.)

Environs de Salins; Arguel, près de Besançon.

— *serpentinus* Schlot. (R.)

Pinperdu, près de Salins.

— *Levesquei* d'Orb. (C.).

Montservant, près de Salins.

(1) C'est l'*Amm. hircinus*, Schlot. (*Petref. Deuts.*, Quenstedt, p. 103).

Ammonites jurensis (1) d'Orb. (R.)

Pinperdu et Montservant.

GASTÉROPODES.

Trochus duplicatus Sow. (T. N.)

Dans tout le Jura salinois et bisontin.

— *vesuntinus* Thurm. (C.)

Se trouve, avec le précédent, dans les environs de Salins et de Besançon.

Turbo capitaneus Münst. (R.)

On le trouve dans les parties supérieures avec l'*Amm. opalinus*. Montservant et Cernans, près de Salins.

Turritella echinata de Buch. (R.)

Montservant et Aresche. Cette espèce est très abondante dans le département du Doubs.

ACÉPHALES.

Pecten paradoxus Münst. (C.)

Pinperdu et Aresche; Vorges, près de Besançon, où il abonde (Pidancet.)

Terebratula.

Une espèce assez rare, ressemblant beaucoup à la *Terebratula rimosa*. Montservant, près de Salins.

Trigonia pulchella Agass.

Cette espèce, assez abondante dans les environs de Besançon, devient très rare dans le Jura salinois (1). M. Germain en a recueilli deux exemplaires à Montservant, près de Salins.

Arca inæquivalvis Goldf. (T. N.)

Environs de Salins, Poligny, Lons-le-Saulnier et Besançon.

Nucula Hammeri Defr. (T. N.)

Se rencontre dans tout le Jura salinois et bisontin.

— *rostralis*. Lam. (C.)

Cette espèce, moins fréquente que la précédente, se trouve aussi dans tout le Jura salinois et bisontin.

— *lacryma* Sow. (R.)

Montservant et Cernans, près de Salins.

— *subovalis infrajurensis* Nob., nov. spec. (C.)

Montservant, près de Salins.

Posidonia Bronnii Goldf. (T. N.)

Se trouve dans les schistes de Boll, qu'elle caractérise. Besançon, Lons-le-Saulnier, plus rare à Salins.

RADIAIRES.

Débris très rare d'un *Pentacrinus*. Montservant.

Asterias.

Se trouve sur les plaquettes du grès superliasique.

POLYPIERS.

Cyathophyllum mactra Goldf. (C.)

Environs de Salins, de Lons-le-Saulnier et de Besançon.

(1) En Wurtemberg cette espèce repose immédiatement sur les schistes de Boll; tandis que dans le Jura salinois elle se trouve à la partie tout à fait supérieure des marnes de Pinperdu.

(1) Cette espèce se trouve en abondance dans la couche à *Ammonites Murchisonæ* du *Brauner Jura* (β), de Quenstedt. Je l'ai surtout rencontrée dans la chaîne du Randen, près de Schaffouse.

Coupe de l'étage liasique.

Les environs de Salins présentent de nombreuses coupes de cet étage; mais la plus curieuse et la plus riche en fossiles est celle formée par les éboulis du ravin de Pinperdu. Ce ravin est situé à un kilomètre nord de Salins; à la partie

inférieure on peut observer le terrain keupérien, dans lequel on a ouvert deux carrières de gypse ; en s'élevant, on atteint les premières couches liasiques, qui se succèdent dans l'ordre suivant :

1° Calcaire à Gryphées arquées, divisé en assises variant de 0m,25 à 0m,70 ; avec de nombreux fossiles, tels que *Gryphæa arcuata*, *Ammonites Bucklandi*, etc. 5m,00

2° Marnes de Balingen ou à *Gryphæa cymbium*, var. *ventricosa*, séparées par de nombreuses assises de calcaire marneux. Ces assises calcaréo-marneuses sont disposées comme des pavés. On trouve quelques nodules pyriteux. Les fossiles les plus nombreux sont : *Gryphæa cymbium*, var. *ventricosa ; Belemnites acutus* et *Fournelianus ; Ammonites bifer* et *raricostatus ; Terebratula numismalis ; Mactromya liasina*, *Pholadomya Voltzii*, *Pentacrinus*, etc. . . 10 ,00

3° Calcaire à Bélemnites, avec argile plastique ferrugineuse. . . . . 1 ,50

4° Marnes à *Ammonites margaritatus* ou *amaltheus*, formant une grande masse de couleur gris-pâle, avec *septaria*. . . . . 12 ,00

5° Marnes à Plicatules, micacées, grisâtres et sableuses, avec des couches de calcaire marneux, quelquefois grésiforme. *Belemnites Bruguierianus*, *Ammonites spinatus* et *Plicatula spinosa.* 4 ,00

6° Schistes de Boll ou bitumineux, avec des veines d'oxyde de fer et des nids bitumineux. 2 ,00

7° Marnes à *Trochus* ou de Pinperdu, bleues, un peu micacées, très fossilifères (1). A cette partie de l'étage, le ravin forme un vaste entonnoir à bord très escarpé, ce qui occasionne des glissements fréquents. . . . . 15 ,00

8° En s'avançant un peu vers la grange Meure-de-Faim, on rencontre le grès superliasique avec de nombreuses impressions végétales. . . . . 4 ,00

Hauteur totale. . 53m,50

Technologie.—Le calcaire à Gryphées arquées est exploité dans beaucoup de localités comme pierre de construction ordinaire ; à Salins on l'emploie pour le pavage de la ville, et à Poligny on en exploite plusieurs couches pour des marbres qui sont d'un assez bel effet, à cause des Pentacrines et des Gryphées, qui sont à l'état spathique et dont la blancheur tranche très bien sur le fond noir-bleuâtre de la roche. On s'en sert aussi pour fabriquer de la chaux grasse. Les marnes sont très fertiles à cause du grand nombre de matières bitumineuses (2) qu'elles renferment, et sont employées avec avantage pour l'amendement des terres sèches ; mais leur grande épaisseur occasionne de nombreux éboulements, et chaque année des glissements souvent très considérables s'opèrent dans les environs de Salins. Ainsi,

(1) Dans cette subdivision les fossiles se présentent groupés de la manière suivante : à la partie inférieure, *Belemnites irregularis ; Ammonites mucronatus*, *Raquinianus*, *serpentinus*, *discoides* et *complanatus ; Pecten paradoxus ;* à la partie moyenne, on a les *Belemnites compressus* et *unisulcatus ; Ammonites radians*, *sternalis*, *Germaini* et *Thouarsensis ;* enfin, à la partie supérieure, on trouve les *Ammonites insignis* et *jurensis*, *Trochus duplicatus*, *Nucula Hammeri* et *rostralis*, et le *Cyathophyllum mactra.*

(2) On a exploité et on exploite encore sur plusieurs points les schistes de Boll, pour en extraire une huile d'une très mauvaise qualité que l'on emploie pour graisser l'essieu des roues, ou même pour l'éclairage. Sur plusieurs points de l'Albe wurtembergeoise, les paysans emploient ces mêmes marnes pour le chauffage.

lors du glissement de la nouvelle route de Cernans, qui eut lieu en 1840, et qui occasionna de si grands dégâts, le sol superficiel a marché sur une longueur de 300 mètres, entraînant avec lui les champs, la route, les arbres et les rochers de l'oolite inférieure qui étaient superposés. Les calcaires marneux qui se trouvent dans le lias moyen peuvent être employés pour faire de la chaux hydraulique. Quant aux pyrites sulfureuses que l'on y trouve, elles sont en trop petite quantité pour permettre une exploitation lucrative.

Étage oolitique inférieur.

Limites et divisions. — Ainsi que je l'ai dit précédemment, je comprends dans la formation calcaire de l'oolite inférieure le dépôt de l'oolite ferrugineuse, sauf à revenir plus tard sur cette classification, et je réunis dans cet étage toute la série des calcaires que l'on rencontre au-dessus du fer, jusqu'aux dernières assises du *cornbrash.* Plusieurs couches calcaréo-marneuses se trouvent interposées dans les assises de calcaires compactes et sont répandues sans trop de régularité suivant les contrées que l'on observe; d'ailleurs leur synchronisme est fort douteux, ce qui m'a conduit à ne les considérer que comme des accidents locaux et de littoral. Cependant, si les dépôts marneux sont très peu nombreux et d'une faible épaisseur dans les départements du Jura, du Doubs et de la Haute-Saône, il n'en est pas de même pour plusieurs autres pays environnants, où souvent, au contraire, ils dominent sur les dépôts calcaires. Ainsi, en Wurtemberg, tout l'étage oolitique inférieur, qui forme la plus grande partie du *Brauner-Jura*, est exclusivement marneux, avec quelques minces assises de calcaire marneux et ferrugineux interposées à de longs intervalles. Voici à peu près comment ces dépôts marneux et calcaires se distribuent en France, en Suisse et en Allemagne. Dans la Normandie, l'étage oolitique inférieur est éminemment calcaire et ne renferme qu'une faible assise marneuse à *Apiocrinites* (*Bradford-clay*) placée entre le calcaire de Caen (*great-oolite*) et le calcaire à polypiers de Ranville (*forest-marble*). En Bourgogne, cet étage est aussi de formation calcaire, excepté une assise assez puissante de marnes sableuses, grisâtres (*marnes à foulon* des géologues bourguignons) et une très faible couche marneuse qui se trouve à la base du cornbrash. Mais en Allemagne, au contraire, tout l'étage est marneux; ainsi, si l'on suit la grande falaise de l'Albe wurtembergeoise, depuis Nördlingen, à l'extrémité de la chaîne du Haerdtfeld, jusqu'à Blumberg (chaîne du Randen); on n'a, pour l'étage oolitique inférieur, qu'un immense talus de marnes (formant en partie le Jura-brun), entrecoupées d'assises très peu puissantes de calcaire marneux. En poursuivant de Blumberg, par Kaiserstuhl, et pénétrant dans les cantons de Zürich et d'Argovie, on continue à avoir ce faciès marneux, et ce n'est que dans le Lägernberg, près de Regensperg (canton de Zürich), que l'on commence à trouver des assises calcaires prédominantes en puissance

sur les assises marneuses, mais seulement dans la partie inférieure de l'étage. Le faciès calcaire continue alors à prendre de l'importance à mesure que l'on s'avance vers Aarau, Olten, et surtout dans les environs de Liestal et de Bâle, où les deux tiers de l'étage sont alors entièrement calcaires. L'autre tiers, qui est la partie supérieure, devient aussi calcaire, de Bâle à Lauffen (canton de Soleure), et alors tout le reste des Monts-Jura, jusqu'à leur passage aux Alpes dauphinoises et savoyardes, c'est-à-dire au Jura du bassin méditerranéen, présente, pour l'étage oolitique inférieur, un dépôt calcaire très puissant, renfermant seulement deux ou trois assises très minces de marnes plus ou moins calcaires, dont une seule, les *marnes vésuliennes*, prend quelquefois une certaine importance lorsqu'elle atteint 2 et 3 mètres de puissance. Les points des Monts-Jura où les calcaires de cet étage sont le plus puissants et le plus compactes se trouvent sur une ligne passant par Baume-les-Dames, Besançon, Salins, Arbois, Poligny et Lons-le-Saulnier; au nord-est ou au sud-ouest de cette région, les calcaires deviennent plus marneux et moins puissants. Ainsi, à Porrentruy (canton de Berne), qui par sa position géographique forme le passage avec le canton de Bâle où la partie supérieure est marneuse, les calcaires supérieurs sont grisâtres, schisteux, devenant un peu marneux et peu puissants (*dalle nacrée*, *calcaires roux sableux* et *great-oolite* de M. Thurmann); il en est de même aux environs de Nantua (département de l'Ain), où le faciès de ces parties supérieures est identique à celui de Porrentruy, et même un peu plus marneux. Ce faciès marno-calcaire de Nantua sert aussi de passage entre le faciès calcaire des Monts-Jura et le faciès marneux et arénacé de l'étage de l'oolite inférieure du bassin jurassique méditerranéen, où cet étage, réduit à une assez faible puissance, comme à la Voulte et à Privas (1), est composé d'un grès calcaire à Entroques et de marnes passant plus ou moins au grès ou au calcaire. Plus loin, dans le département du Gard (2), sa puissance devient plus grande et les calcaires sont aussi plus puissants (Saint-Brès, Saint-Ambroix, Figaret, etc.)

Je divise l'étage de l'oolite inférieure en six groupes très bien caractérisés et se rencontrant dans toutes les parties du Jura salinois et bisontin. Quoique ces divisions soient plus difficiles à reconnaître dans les environs de Saint-Claude, dans le département de l'Ain, et dans les cantons de Berne, de Bâle, de Soleure et d'Argovie, elles n'y existent pas moins; et si quelques unes se lient intimement entre elles, ce ne sont que des accidents locaux, qui ne se montrent plus à quelque distance de là, où les groupes se présentent avec tous leurs caractères principaux. Ces

(1) Voir : *Mémoire sur le gisement et la nature de quelques minerais de fer des environs de Privas et de la Voulte*, par M. Gruner (*Annales des mines*, 4ᵉ série, t. VII, p. 755 et suivantes).

(2) Voir : *Notice sur la constitution géologique de la région supérieure ou cévennique du département du Gard*, par M. Émilien Dumas (*Bulletin de la Soc. géol. de Fr.*, 2ᵉ série, t. III, p. 713 et suivantes).

divisions sont : 1° l'*oolite ferrugineuse*, 2° le *calcaire lœdonien* (1), 3° le *calcaire à polypiers*, 4° les *marnes vésuliennes* (2), 5° la *great-oolite* et le *forest-marble*, enfin 6° le *cornbrash* ; elles ont toutes été très bien décrites pétrographiquement par MM. Thurmann, Thirria et Gressly, dont les descriptions peuvent complétement s'appliquer au Jura salinois. Je ne donnerai donc que la caractéristique très abrégée des groupes, renvoyant, pour plus de détails, aux savants mémoires de ces géologues, et je ne m'étendrai un peu que sur la paléontologie.

Distribution géographique. — Cet étage affleure dans toutes les chaînes des Monts-Jura, mais il atteint son plus grand développement et se présente sur la plus grande étendue dans les cantons de Bâle et d'Argovie et dans le Jura salinois, où il constitue presque tous les accidents orographiques de dislocation. Il forme en entier le premier plateau du Jura salinois et les crêtes de la grande falaise jurassique, et se montre sans interruption depuis l'immense crevasse où se trouve Salins, jusqu'aux environs de Bourg-en-Bresse, en suivant la ligne de faîte du premier plateau.

Oolite ferrugineuse.

Caractères généraux. — Fer hydroxydé, oolitique, de couleur roux foncé, avec quelques taches bleu-noirâtre. La roche calcaire qui le renferme est plus ou moins compacte; avec nombreuses couches calcaréo-marneuses de couleur bleu-jaunâtre ; rubannée de veines d'oxyde de fer. On trouve des rognons ferrugineux, de la grosseur du poing.

SYNONYMIE.

Angleterre. ***Ferruginous-beds*** (*inferior oolite of Somersetshire*). Phillips.
Allemagne. ***Braune-Sandsteine mit Eisenerzen*** (parties inférieures), du ***Brauner-Jura*** (β). Quenstedt. *Oolite inférieure* de Mandelsloh (Albe du Wurtemberg).
France. *Oolite inférieure.* Dufrénoy et Élie de Beaumont. ***Terrain Bajocien.*** Alcide d'Orbigny. ***Oolite de Bayeux*** (en partie). ***Fer oolitique*** (Moselle). Victor Simon. *Calcaire à Entroques* et *oolite inférieure* proprement dite (Yonne). Moreau.

LES MONTS-JURA.

Canton de Bâle. *Eisenroggenstein.* Mérian.
Cantons de Soleure, d'Argovie et de Berne. *Oolite ferrugineuse.* Gressly et Thurmann.
Départements de la Haute-Saône et du Doubs. *Oolite ferrugineuse.* Thirria et Boyé.
Environs de Lons-le Saulnier. ***Banc de mine de fer.*** Charbaut.

Paléontologie. — Les fossiles sont très nombreux dans ce groupe et varient beaucoup dans leur distribution et leur association. Plusieurs localités du Jura bisontin en sont complétement privées, surtout aux environs de la ville de Besançon ; tandis que le département de la Haute-Saône, le Jura bernois, soleu-

(1) *Lœdo*, Lons-le-Saulnier, où ce calcaire est très développé dans les environs; il y forme les sommités des buttes de Montmorot, Pimont, le Pin, Montaigu, etc.

(2) Je nomme ainsi le *fuller's-earth*, parce que ce dépôt se trouve très développé dans les environs de Vesoul, où il a été très bien étudié par M. Thirria, et que la dénomination de *terre à foulon* n'est pas applicable dans le Jura.

rois, argovien, bâlois et salinois, en renferment un très grand nombre. L'association des différentes espèces constitue deux faciès : le faciès littoral ou de bas-fond caractérisé par l'ensemble suivant : *Pholadomya*, *Pleuromya*, *Lima*, *Modiola*, *Pecten*, *Terebratula*, *Trigonia*, *Arcomya*, *Nucleolites*, *Hyboclypus*, quelques fragments de *Cidaris*, avec des polypiers du genre *Achilleum*, ainsi que quelques Ammonites et Bélemnites de petite taille. On y rencontre aussi des dents de poissons et des débris d'Ichthyosaures. Ce faciès se montre surtout dans les localités littorales des environs de Bâle (bains de Bubendorf), et sur quelques points du Jura salinois, où il s'est développé sur des bas-fonds : ainsi la Roche-Pourrie, près de Salins, en offre un très bel exemple, elle est entourée de toutes parts par le faciès sub-pélagique et pélagique, dont la caractéristique est un grand développement des tentaculifères de grande taille et un petit nombre d'acéphales; cette dernière famille ne présente que des espèces appartenant aux genres *Lima* et *Pecten.* Ce faciès pélagique se trouve sur presque tous les points du Jura salinois, en offrant partout les mêmes fossiles; seulement j'ai remarqué que plus les couches ferrugineuses sont épaisses et riches en oolites ferrugineuses, et plus les fossiles sont nombreux et bien conservés. Ainsi, à Maynal près de Beaufort, au Pin près de Lons-le-Saulnier, et à Aresche près de Salins, on y rencontre en abondance des Ammonites et des Nautiles qui ont de dix à quarante centimètres de diamètre.

Les fossiles ont conservé leur test ou sont à l'état de moule imprégné de nombreuses oolites ferrugineuses ; les plus caractéristiques sont : les *Ammonites Sowerbyi*, *Murchisonæ ;* le *Nautilus lineatus ;* la *Lima proboscidea ;* la *Terebratula perovalis ;* les *Pholadomya media* et *nymphacea*, et le *Pleuromya tenuistria.* On rencontre aussi beaucoup de débris de bois passés à l'état ferrugineux. En Wurtemberg et dans le Jura du Breisgaus, on retrouve la même roche, généralement un peu moins ferrugineuse, renfermant à peu près les mêmes fossiles. Mais, de même que dans les Monts-Jura, il se trouve des régions assez étendues, renfermant très peu et même pas de fossiles ; sur d'autres points, ils forment de véritables lumachelles, comme dans les ravins de la Wutach, près d'Achdorf (chaîne du Randen), où les *Ammonites Murchisonæ*, var. *acutus* et *obtusus*, *Amm. discus*, *Trigonia pulchella*, etc., sont si nombreux et si bien conservés.

Calcaire lœdonien.

Caractères généraux. — Calcaire compacte, à structure serrée, avec des oolites très fines se fondant avec la pâte calcaire ; à cassure souvent très inégale, raboteuse, quelquefois sub-conchoïdale, surtout dans les variétés compactes. Couleur jaune-grisâtre, quelquefois avec des taches bleues, d'un aspect terne dans les variétés grisâtres et d'un reflet spathique nuancé dans les couches à lumachelles. Ces dernières renferment une grande quantité de débris d'Entroques;

mais la distribution de ce calcaire à Entroques est trop variable pour permettre qu'on le regarde comme caractérisant un niveau général, car on rencontre des bancs pétris d'Entroques dans le calcaire corallien, et la puissance du *calcaire à Entroques* de l'oolite inférieure varie beaucoup suivant les localités: ainsi, dans les environs de Besançon, il forme une seule masse très puissante, tandis qu'à Salins, il constitue trois ou quatre grandes couches, séparées les unes des autres par des calcaires gris, sans lumachelle, et on le rencontre même au niveau de la grande oolite (1).

SYNONYMIE.

Angleterre. *Inferior-oolite* (en partie).
Allemagne. *Unter-oolith* (en partie). *Braune-Sandsteine mit Eisenezen* (parties supérieures), du *Brauner-Jura* (β). Quenstedt. *Grès de l'oolite inférieure* (parties supérieures). Mandelsloh (2).
France. *Oolite inférieure. Calcaire à Pecten lens.* Victor Simon (Moselle). *Oolite de Bayeux* (parties supérieures).

Les Monts-Jura.

Canton de Bâle. *Dichte abænderung des æltern Roggensteins*, ou *Hauptroggenstein*. Mérian.
Cantons d'Argovie et de Soleure. *Calcaire compacte et sub-compacte* ou *Dogger*. Gressly.
Canton de Berne. *Oolite sub-compacte*. Thurmann.
Département de la Haute-Saône. *Oolite inférieure* (en partie). Thirria.
— du Doubs. *Calcaire à Entroques* et *marnes à Pecten*. Boyé.
Environs de Lons-le-Saulnier. *Série des calcaires oolitiques et grenus* (en partie). Charbaut.

Paléontologie. — Les fossiles sont peu nombreux et ne se rencontrent que dans un très mauvais état de conservation; ils sont tellement triturés qu'il est souvent difficile de reconnaître les genres auxquels ils appartiennent. Ceux que l'on trouve le plus souvent sont des débris d'Entroques, des pointes de Cidarides, quelques fragments de *Pecten*, de *Lima* et de Térébratules, et une Gryphée ressemblant

(1) Dans la Bourgogne, la position du calcaire à Entroques est aussi différente; il se trouve au-dessous de l'*Oolite ferrugineuse* avec *Ammonites Parkinsoni*, comme à la Tour-du-Pré, près d'Avallon. En général, cette subdivision présente un calcaire très compacte et oolitique, dans toute la Bourgogne et les Monts-Jura, excepté cependant sur plusieurs points du Jura salinois, notamment aux environs de Poligny, où l'on trouve intercalée une couche marneuse dont l'épaisseur ne dépasse pas un mètre et qui renferme en abondance des *Pecten* et *Lima*. Dans diverses localités des cantons de Soleure, Bâle et Argovie, comme la Röthifluhe, Ifenthal, Wallenburg, Mümliswyl, etc....., cette subdivision est composée de calcaire sableux, passant à une espèce de grès jaune, avec alternance de marnes sableuses (Voir: *Vergleichung des Schweitzer Jura's mit der Württembergischen Alp*, par M. le docteur Rominger, dans le *Neues Jahrbuch für Geologie* de Leonhard et Bronn, 1846, p. 297; et *Uebersicht der Geologie de Nordwestlichen Aargau's*, par M. Gressly, dans les mêmes Annales, 1845). Ce dernier faciès sert de passage à celui que ces couches présentent en Wurtemberg, où elles sont formées par des marnes sableuses, micacées, et un très petit nombre d'assises de calcaire sableux; c'est le *Sandmergel und gelbbraune Sandsteine*, moins la couche à *Ammonites Murchisonæ* de l'*Unterer brauner Jura* (β) de M. Mohr (Voir: *Die Petrefacten des Trias und des Jura*, etc., von P. Mohr; Stuttgart, 1847).

(2) Voir, dans le beau travail de M. de Mandelsloh, la coupe théorique de l'Albe du Wurtemberg, planche III (*Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Strasbourg*, t. II, 1re livraison, 1835; *Mémoire sur la constitution géologique de l'Albe du Wurtemberg*).

beaucoup à la *Gryphæa calceola* Ziet., que j'ai rencontrée dans les mêmes assises, en montant de Streichen au Hunzrück (environs de Balingen, royaume de Wurtemberg).

Calcaire à polypiers.

Caractères généraux.—Calcaire compacte, grisâtre, avec de nombreux polypiers et des *chailles* à l'état siliceux.

SYNONYMIE.
- Angleterre. *Inferior oolite* (en partie).
- Allemagne. *Unter oolith* (en partie). *Blaue kalke*, du *Brauner Jura* (γ). Quenstedt.
- France. *Calcaire à rognons siliceux et à polypiers* (1). Victor Simon (Moselle).
- Jura-Suisse. Cette division de l'étage oolitique inférieur n'a pas encore été signalée d'une manière bien précise dans cette partie des Monts-Jura.
- Département de la Haute-Saône. *Calcaire à polypiers*. Thirria.
- — du Doubs. *Calcaire à polypiers*, *à Térébratules*, et *oolite summo-inférieure*. Boyé.

Pétrographie et géognosie.—Calcaire compacte tenace, à cassure lisse et terne, de couleur grisâtre; stratification régulière, avec de nombreux rognons siliceux et des polypiers saccharoïdes, très durs, se cassant par petits fragments écailleux et très tranchants.

Paléontologie.—Les fossiles que l'on rencontre dans ce groupe appartiennent au faciès corallien, et présentent un beau développement de nappes de coraux et de polypiers que l'on retrouve encore à la place où ils ont vécu, attachés fortement aux rochers et distribués çà et là sans une très grande régularité. Ainsi ces bancs de polypiers n'existent pas dans le Jura suisse, où l'on ne rencontre que des fragments roulés et méconnaissables. Ils ne commencent à apparaître que près des frontières de la France, et s'étendent dans le Jura salinois, bisontin et de la Haute-Saône, et même jusque dans le département de la Moselle (2). Dans un grand nombre de localités du Jura salinois, bisontin et des environs de Metz, on trouve, autour de ces bancs de polypiers, de nombreuses *chailles* siliceuses, renfermant quelquefois des fossiles, tels que des Pholadomyes et des Térébratules ; ces chailles ont la plus grande ressemblance avec celles que l'on rencontre dans le *corallien* et présentent souvent de très grandes difficultés lorsqu'on veut s'en servir comme horizon géognostique. Les polypiers formant ces nappes coralligènes appartiennent aux genres *Agaricia*, *Pavonia*, *Meandrina*, *Astrea*, *Anthophyllum*, *Lithodendron* et *Intricaria ;* ils sont accompagnés de débris d'échinides appartenant surtout au genre Cidaride, ainsi que des Pholadomyes et des Térébratules. On peut surtout bien observer cet ensemble de fossiles dans le banc corallien que l'on ren-

(1) Voir *Description de la partie de la formation oolitique qui existe dans le département de la Moselle*, par Victor Simon, pag. 7 et suivantes.

(2) Mon ami M. William Roux, de Genève, vient de rencontrer ce groupe, avec le même faciès à polypiers siliceux, dans les environs de Nantua (département de l'Ain).

contre sur toute la crête de la montagne du fort Saint-André, près de Salins; les chailles s'y montrent aussi en très grande abondance. Au-dessus de ces nappes de polypiers, on trouve dans quelques localités des assises d'un calcaire plus blanchâtre, renfermant une très grande quantité de *Pholadomya Murchisonæ*, des Térébratules, des Nérinées et des Turritelles. J'ai surtout observé ces dernières assises dans les environs de Besançon et de Salins.

Marnes vésuliennes.

Caractères généraux.—Marnes gris-jaunâtre, quelquefois bleuâtres, rudes, peu homogènes, renfermant une grande quantité de concrétions calcaires de la grosseur d'une noisette. L'épaisseur de cette marne varie beaucoup ; quelquefois elle atteint 3 mètres, puis à une distance de 2 kilomètres elle est réduite à un état rudimentaire et devient complétement calcaire.

SYNONYMIE.

Angleterre. *Fuller's earth? Oolite of Bath* (en partie).
Allemagne. *Thone mit Belemnites giganteus?* du *Brauner-Jura* (δ). Quenstedt (1).
France. *Marnes de Port-en-Bessin* (Normandie). *Banc bleu de Caen.* Dufrénoy et Élie de Beaumont. *Marnes à foulon*, d'un grand nombre de géologues. *Assise inférieure de l'étage bathonien.* Alcide d'Orbigny.

LES MONTS-JURA.

Canton de Bâle. *Discoideenmergel.* Mérian.
Cantons de Berne et de Neuchâtel. *Marnes à Ostrea acuminata.* Thurmann.
— d'Argovie et de Soleure. *Marnes à Ostrea acuminata.* Gressly.
Département de la Haute-Saône. *Marne inférieure.* Thirria.
— du Doubs. *Marne interoolitique.* Boyé.

Paléontologie. — Ce groupe est l'un de ceux dont l'association et la distribution des espèces sont le plus variées, et qui présente quelquefois, à cause de ses divers faciès, de très grandes difficultés pour être reconnu. Ainsi, souvent, sur un espace de 2 à 3 kilomètres, on rencontre trois ou quatre faciès complétement différents, et qui ne renferment même aucun fossile semblable. Cependant le plus ordinairement les Térébratules sont répandues d'une manière assez uniforme, ce qui se conçoit par l'extrême légèreté de leur coquille, qui après la mort de l'animal était emportée par les vagues et déposée à peu près sur tous les points pélagiens de l'océan jurassique.

Les deux faciès que l'on rencontre le plus fréquemment sont: un très grand développement d'*Ostrea acuminata*, formant de véritables bancs de lumachelle, accompagnés de quelques *Pecten*, Myes, Ammonites, Nautiles et Bélemnites; ces trois derniers genres sont assez rares et ne sont représentés que par des es-

(1) Je rapporte avec beaucoup de doute cette assise du Wurtemberg aux marnes vésuliennes; car il est très difficile d'établir des synchronismes certains avec les assises wurtembergeoises, depuis la couche à *Ammonites Murchisonæ* (oolite ferrugineuse), jusqu'à celle à *Ammonites macrocephalus* qui est le kellowien.

pèces de grande taille. Les *Ostrea acuminata* sont très souvent remplacées par une autre espèce, qui est l'*Ostrea Knorri*, mais l'association des autres fossiles reste la même et ne change que lorsque l'on ne rencontre plus du tout de ces petites Ostracées ; alors le faciès est formé par un grand développement de Térébratules, Pholadomyes, *Ostrea Marshii*, Mactromyes, Pleuromyes, Homomyes, *Nucleolites*, *Dysaster*, *Holectypus* et *Clypeus ;* ce dernier faciès se subdivise en un grand nombre d'autres, suivant qu'un ou plusieurs de ces genres dominent ou que plusieurs ont disparu. Les *Clypeus* et les *Holectypus* se rencontrent quelquefois avec des *Ostrea acuminata*, mais cela est assez rare, et je ne l'ai observé dans tout le Jura salinois qu'à Plasne, près de Poligny.

Ainsi que je l'ai dit ci-dessus, la distribution de ces divers faciès est très variée et présente une grande irrégularité. Cependant on observe beaucoup plus fréquemment l'*Ostrea acuminata* dans le Jura suisse que dans le Jura français, où l'*Ostrea Knorri* la remplace très souvent. Les Cassidulides paraissent appartenir aussi plus particulièrement au Jura salinois (1), et se montrent assez abondantes dans les environs de Poligny et d'Orchamps.

On rencontre aussi dans ce groupe des faciès de charriage formés par les courants, dans lesquels les fossiles sont très mêlés et souvent tellement triturés qu'ils sont méconnaissables, excepté les Térébratules qui alors dominent de beaucoup sur les autres fossiles. Dans ce cas, les marnes présentent un assez grand développement et offrent beaucoup de petits cailloux roulés que l'on emploie dans le pays sous le nom de *groise* pour sabler les promenades publiques.

Great-Oolite et Forest-marble.

SYNONYMIE.

Angleterre. *Great oolite* et *forest-marble. Oolite of Bath* (parties supérieures).
Allemagne. *Graublaue mergelige kalke, Neigung zu den Eisenoolithen*, du *Brauner-Jura* (δ). Quenstedt.
France. *Calcaire de Caen et de Ranville* (Normandie). *Grande oolite* (Moselle). Victor Simon. *Étage bathonien.* Alcide d'Orbigny.

LES MONTS-JURA.
Cantons de Berne et de Neuchâtel. *Great oolite* et *calcaire roux sableux.* Thurmann.
— d'Argovie et de Soleure. *Troisième division des calcaires oolitiques inférieurs.* Gressly.
— de Bâle. *Alternance de marnes et de calcaires* (en partie). Mérian.
Département de la Haute-Saône. *Grande oolite* et *calcaires compactes inférieurs.* Thirria.
— du Doubs. *Grande oolite* et *forest-marble.* Parandier.

Pétrographie et paléontologie. — Calcaires compactes et oolitiques, miliaires, à

(1) Les environs de Bâle (Kilchberg) sont aussi très riches en *Clypeus* et *Holectypus*, Desor ; (*Discoidea* Gray) ils y sont en si grande abondance, surtout les *Holectypus depressus* et les *Clypeus Hugii*, que M. Mérian a désigné cette couche sous le nom de *Discoideenmergel.* — MM. Agassiz et Desor viennent de séparer de la famille des *Clypéastroïdes* plusieurs genres, tels que les *Nucléolites*, les *Echinolampas*, les *Cassidules*, les *Discoïdées*, etc., pour en former la famille des *Cassidulides* (Voir *Catalogue raisonné des Echinodermes*, p. 11 et 12).

grains nets et diffus, quelquefois blanchâtres, mais le plus souvent avec des taches rosâtres; cette dernière variété se rencontre surtout dans les environs de Besançon, où l'on peut l'observer à Tarragnoz, près du chemin de l'Ermitage. Les oolites, excessivement nombreuses dans ce calcaire, qui porte alors le nom de *Great-oolite*, deviennent ensuite plus rares, et finissent par se fondre complétement dans la pâte calcaire, qui est alors très lisse, de couleur blanc-grisâtre, avec de très petites taches rougeâtres. Ce dernier calcaire prend le nom de *Forest-marble* (Voir pour sa description la *Statistique géologique* de M. Thirria, page 190).

Les fossiles sont très peu nombreux et assez mal conservés; on ne rencontre guère que des Térébratules et des Nucléolites, et encore n'est-ce que dans un très petit nombre de localités.

Cornbrash.

SYNONYMIE.

Angleterre. *Cornbrash limestone.* Phillips.
Allemagne. *Schwarze Thone mit Schwefelkies*, du *Brauner Jura* (ε). Quenstedt et Mohr.
France. *Cornbrash*, des géologues français. *Assise supérieure de l'étage bathonien* (Yonne). Cotteau (1).

Les Monts-Jura.
Cantons de Berne, de Soleure et de Neuchâtel. *Dalle nacrée.* Thurmann et Gressly.
— de Bâle et d'Argovie. *Marnes entre le Discoideenmergel et le fer oolitique sous-oxfordien.* Mérian.
Département de la Haute-Saône. *Calcaire à oolites oviformes.* Thirria.
— du Doubs. *Cornbrash.* Parandier.

Pétrographie et paléontologie. — Calcaires oolitiques miliaires, passant souvent à une lumachelle et ayant alors un reflet sub-nacré, très fissile, s'enlevant par petites dalles. A la partie inférieure, on rencontre un banc marneux, avec de petites couches de grès schisteux, renfermant un assez grand nombre de fossiles, surtout des petits polypiers spongieux. Mais il est extrêmement rare de trouver cette couche à découvert, ce qui fait que je n'ai pu encore réunir de données suffisantes pour en déduire des règles générales; je me bornerai, pour le moment, à renvoyer à l'excellente description qu'en a donnée M. Parandier, lors de l'assemblée du congrès scientifique de France à Besançon (voir *Congrès scientifique de France*, huitième session; *Description du Cornbrash des environs de Besançon*, par Parandier, ingénieur en chef des ponts et chaussées, p. 436). M. Thurmann en donne aussi une très bonne description pétrographique dans son *Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy*, page 29. Dans les cantons de Bâle et d'Argovie, les couches qui représentent cette division sont des marnes alternant avec des calcaires marneux, et renfermant un assez grand nombre de fossiles qui appartiennent, soit à la faune du kellowien, soit à celle des marnes vésuliennes. Cependant M. le docteur Rominger y a rencontré, dans ces régions, à Ferrette (département du Haut-Rhin), la même couche à polypiers que celle des environs de Besançon (voir *Vergleichung des Schweitzer Jura's mit der Würtembergischen Alp*, page 299, du *Neues*

(1) Voir *Aperçu sur la géologie du département de l'Yonne*, par Cotteau, juin 1847.

Jahrbuch, 1846). Ce faciès calcaréo-marneux des cantons de Bâle et d'Argovie sert de passage du faciès calcaire de Porrentruy au faciès tout à fait marneux que présentent ces mêmes couches au Randen et en Würtemberg.

Résumé. — L'étage oolitique inférieur, de formation essentiellement calcaire, se compose donc de six groupes : l'*oolite ferrugineuse*, qui peut être regardée comme le règne des tentaculifères de grande taille et l'époque de l'apparition des zoophytes ; le *calcaire lœdonien* et le *calcaire à polypiers* réunis présentent le commencement du règne des zoophytes, dont le grand développement n'a lieu que dans l'étage oolitique supérieur ; les *marnes vésuliennes*, dont la période de dépôt a vu le règne des Cassidulides et un très grand développement des Térébratules, des Ostracées et des Myes ; enfin la *Great oolite*, le *forest-marble* et le *Cornbrash* n'offrant qu'un petit nombre de fossiles appartenant surtout aux genres *Pecten*, *Terebratula* et *Cidaris*, peuvent être regardés comme la période ascendante des radiaires.

FOSSILES DE L'ÉTAGE OOLITIQUE INFÉRIEUR.

POISSONS, REPTILES ET CRUSTACÉS.

On recueille aux environs de Salins et d'Arbois des dents de poissons, ainsi que des débris d'Ichthyosaures dans l'oolite ferrugineuse. M. Pidancet a trouvé des Crustacés dans le Cornbrash des environs de Besançon (1).

ANNÉLIDES.

Serpula limax Goldf, (2), o. f (C.)

La Roche-Pourrie près de Salins.

CÉPHALOPODES.

Belemnites canaliculatus Schlot., m. v. (T. R.)

Saint-Benoît, près de Salins.

— *giganteus* Schlot.

Se trouve à la partie supérieure du calcaire à polypiers, où elle est assez rare. Geraise, près de Salins.

Nautilus lineatus Sow. o. f. (R.)

Maynal, près de Beaufort.

— *clausus* d'Orb., o. f. (C.)

Aresche et Fonteny, près de Salins.

Ammonites subradiatus Sow., o. f. (T. N.)

Environs de Salins, de Lons-le-Saulnier et Maynal.

(1) Nous emploierons les abréviations suivantes pour les sous-groupes auxquels appartiennent les fossiles :

O. f., Oolite ferrugineuse.
C. l., Calcaire lœdonien.
C. p., Calcaire à polypiers.
M. v., Marnes vésuliennes.
C. f., Cornbrash et forest-marble.

(2) Les annélides, les gastéropodes et la plupart des acéphales ont été déterminés avec le magnifique et classique ouvrage de M. Goldfuss, intitulé : *Petrefacta Germaniæ*. Je me suis servi aussi très souvent du *Mineral Conchology* de Sowerby (traduction française, par M. Desor, Neuchâtel, 1838-45), ainsi que du *Die Versteinerungen Würtembergs*, de Zieten, Stuttgart, 1830. Ces ouvrages, qui sont pour ainsi dire les points de départ de la paléontologie, laissent beaucoup d'incertitude sur un grand nombre d'espèces ; j'ai dû cependant m'en rapporter à eux, en attendant que nos célèbres paléontologistes actuels aient prononcé sur la valeur réelle des différentes espèces fossiles qui y ont été décrites.

Ammonites Sowerbyi Miller, o. f. (R.)

Aresche et Maynal.

— *Murchisonæ* (1) Sow., o. f. (C.)

Cette espèce est très caractéristique et forme un bon horizon. Je l'ai rencontrée à Aresche et à la Roche-Pourrie, près de Salins; le Pin et Montaigu, près de Lons-le-Saulnier; Maynal, près de Beaufort; etc.

— *discus* Sow., o. f. (T. R.)

La Roche-Pourrie et Aresche, près de Salins.

— *opalinus* Rein., d'après Quenst.

Cette espèce passe, dans la même localité, du grès superliasique à l'oolite ferrugineuse; ainsi, à la Roche-Pourrie, près de Salins, on la trouve en abondance dans ces deux divisions.

— *planula* Hell., o. f. (R.)

Maynal, près de Beaufort.

— *Humphriesianus* Sow., o. f. (T. R.)

Maynal et Aresche.

GASTÉROPODES.

Trochus inédit, o. f. (R.)

Nouvelle route de Salins à Cernans.

Nerinea inédit, c. p. (T. N.)

Saint-André et Ivré, près de Salins.

Melania inédit, c. l. (T. R.)

Château, près de Salins (Germain).

Turbo inédit, o. f. (R.)

Maynal, près de Beaufort, et le Pin, près de Lons-le Saulnier.

ACÉPHALES.

Ostrea Knorii Voltz, m. v. (T. N.)

Environs de Salins et de Besançon.

Ostrea acuminata Sow., m. v. (T. N.)

Plasne, près de Poligny; se rencontre rarement aux environs de Salins (1).

— *Kunkeli* Goldf., o. f. (R.)

Fonteny, près de Salins (Germain).

— *Marshii* (2) Sow., m. v. (C.)

Pagnoz, Saint-André et Belin, près de Salins.

Pecten subspinosus Goldf., m. v. (R.)

Plasne, près de Poligny.

— *Phillipsii* Thurm., m. v. (T. R.)

Plasne, près de Poligny.

Plusieurs autres *Pecten* inédits appartenant aux différentes divisions.

Lima proboscidea Sow., o. f. (C.)

La Roche-Pourrie, Aresche et Fonteny, près de Salins. Se rencontre aussi dans le calcaire lœdonien, à la nouvelle route de Cernans, près de Salins.

— inédit, o. f. (T. N.)

La Roche-Pourrie et Aresche.

Terebratula perovalis (3) Sow., o. f. (R.)

J'en ai recueilli de très beaux exemplaires à la Roche-Pourrie.

— *biplicata ferruginosa* Nob., nov. spec., o. f. (C.)

La Roche-Pourrie et Fonteny, près de Salins.

(1) J'adopte l'opinion de M. d'Orbigny, qui n'en a fait qu'une seule espèce (Paléont. fr. t. jur., p. 367); tandis que M. Quenstedt en fait deux variétés, qu'il désigne sous les noms d'*Amm. Murchisonæ acutus* et *Amm. Murch. obtusus* (*Petref. Deuts.*, p. 116). Ces deux variétés, admises par le savant paléontologiste de Tübingen, se trouvent dans la même couche et dans les mêmes localités.

(1) On trouve cette espèce en très grande abondance sur plusieurs points du département du Doubs, notamment dans les cantons de Saint-Hippolyte et de Maiche, ainsi que dans le Jura bernois. Le département de la Côte-d'Or renferme aussi ce fossile sur presque tous les points où affleure cette couche de marne.

(2) Cette espèce, désignée sous le nom de *O. cristagalli*, par Schlot., et de *flabelloides*, par Ziet., se rencontre assez souvent dans les couches inférieures aux marnes vésuliennes.

(3) Cette espèce de Térébratule, la plus grosse peut-être que l'on connaisse, est, je crois, différente de la *T. perovalis*. Je l'ai rencontrée en Wurtemberg, notamment à Stuifen, dans le *Graublaue mergelige Kalke* du Jura brun (δ), correspondant à mon groupe de la *Great-oolite* et *Forest-marble*, tandis qu'à Salins elle se trouve dans l'oolite ferrugineuse; ce qui est un nouvel exemple de passage d'un fossile d'une couche dans une autre.

Terebratula concinna Bronn., m. v. (T. N.)

Dans tout le Jura salinois et bisontin. Très commune dans le Jura bernois.

— *biplicata infra-jurensis* Thurm., m. v. (T. N.)

Dans tous les Monts-Jura.

On trouve plusieurs autres espèces de Térébratules inédites, surtout dans les marnes du Cornbrash.

Modiola plicata infra-jurensis Nob., nov. spec., o. f. (R.)

La Roche-Pourrie.

Mytilus gibbosus Goldf., c. l. (T. R.)

La Roche-Pourrie.

Avicula decussata Münst., c. l. (C.)

Saint-André et Belin, près de Salins.

Solen inédit, c. l. (R.)

Ivory, près de Salins (Germain).

Inoceramus inédit, o. f. (T. R.)

M. Germain l'a recueilli à la nouvelle route de Salins à Cernans.

Trigonia striata Sow., o. f. (R.)

La Roche-Pourrie.

— *costata* (1) Lam., c. l. (R.)

Mont-Orient, près de Lons-le-Saulnier.

— *denticulata* Agass., c. l. (R.)

Thésy, près de Salins.

— *sinuata* Nob., nov. spec. o. f. (T. R.)

Cette nouvelle espèce appartient au groupe des Clavellées ; elle ressemble beaucoup au *Trig. clavellata*, Sow., pour la taille et la forme, mais elle en diffère par l'arrangement des verrues qui sont contournées en sinusoïde, dont la plus grande courbe présente sa convexité du côté du sommet du crochet. Je n'ai recueilli qu'un seul exemplaire de cette jolie espèce au fort Saint-André, près de Salins.

Ceromya tenera Agass., m. v. (C.)

Plasne, près de Poligny, et Romange, près de Dôle.

Pholadomya Zietenii Agass., o. f. (T. R.)

Je l'ai recueillie à la Roche-Pourrie.

— *costellata* Agass., o. f. (T. R.)

La Roche-Pourrie.

— *fidicula* Sow., o. f. (T. R.)

La Roche Pourrie.

— *media* Agass., o. f. (C.)

La Roche-Pourrie et Aresche.

— *nymphacea* Agass., o. f. (C.)

Mêmes localités.

— *Buccardium* Agass., m. v. (C.)

Plasne, près de Poligny, et Pagnoz, près de Salins.

— *Murchisoni* Sow., c. p. (C.)

Thésy et Saint-André, près de Salins. Cette espèce caractérise les couches supérieures du calcaire à polypiers.

— *fabacea* Agass., o. f. (R.)

Nouvelle route de Cernans (Germain).

— *texta* Agass., m. v. (R.)

Plasne, près de Poligny.

Cercomya pinguis Agass., m. v. (R.)

Valempoulière et Champvaux, près de Poligny.

Homomya gibbosa (1) Agass., m. v. (C.)

Je ne l'ai recueillie qu'au Crêt-des-Échos, près de Pondhéry, où elle est assez abondante.

— *obtusa* Agass., o. f. (T. R.)

M. Germain en a recueilli un exemplaire à la Roche-Pourrie.

(1) Cette espèce, qui est une des plus répandues dans l'Europe centrale, se trouve dans les diverses divisions de l'étage oolitique inférieur ; mais on la confond aussi très souvent avec d'autres espèces costées comme elle, dont M. Agassiz a fait, je crois, avec raison, un sous-genre des Trigonies costées (Voir *Mémoire sur les Trigonies*, par L. Agassiz, Neuchâtel, 1840, p. 35). Je l'ai rencontrée, assez en abondance, en montant au Lochen (Albe du Wurtemberg), dans les couches à *Amm. Parkinsoni* (*Thone* du *Brauner Jura* (ε) de Quenstedt), qui correspondent au Cornbrash des Monts Jura.

(1) Assez répandue dans le Jura suisse et français, cette espèce est encore beaucoup plus commune en Bourgogne, où on la rencontre dans la même couche (*marnes à foulon*). Elle est connue, dans ce dernier pays, sous le nom de *Pholadomya Vezelayi*. M. Agassiz en a fait une espèce de son genre *Homomya* (Voir *Monographie des Myes*, Neuchâtel, 1843, p. 160).

Arcomya sinistra Agass., m. v. (R.)
Plasne et Pagnoz.

— *acuta* Agass., o. f. (T. R.)
La Roche-Pourrie.

— *lateralis* Agass., o. f. (T. R.)
La Roche-Pourrie.

Mactromya mactroides Agass., c. p. (R.)
Saint-André et Thésy, près de Salins.

— *œqualis* Agass., m. v. (R.)
Plasne, près de Poligny.

Gresslya erycina Agass., o. f. (R.)
Aresche et Fonteny, près de Salins.

— *latirostris* Agass., m. v. (R.)
Pagnoz, près de Salins.

— *concentrica* Agass., m. v. (T. R.)
Plasne, près de Poligny.

Cardinia oblonga Agass., o. f. (T. R.)
La Roche-Pourrie (Germain).

Pleuromya tenuistria Agass., o. f. (T. N.)
La Roche-Pourrie, Aresche, Maynal et Montaigu. Se trouve aussi abondamment dans le Jura suisse, les départements de la Haute-Saône et du Doubs.

— *elongata* Agass., o. f. (R.)
La Roche-Pourrie et Aresche.

— *Alduini* Agass., m. v. (C.)
Plasne, près de Poligny.

Myopsis marginata Agass., m. v. (R.)
Le Crêt-des-Échos, près de Pondhéry, environs de Salins.

Corimya lens Agass., c. l. (R.)
Le Mont-Orient, près de Lons-le-Saulnier.

— *alta* Agass., c. l. (R.)
Mesney, près d'Arbois.

ÉCHINIDES.

Dysaster ringens Agass., m. v. (R.)
Je l'ai recueilli à Aresche et à Chilly, près de Salins ; mais cette espèce y est beaucoup plus rare que dans le Jura suisse.

Dysaster analis Agass., m. v. (R.)
Thésy, près de Salins (Germain) ; Romange et Malange, près de Dôle.

Clypeus solodurinus Agass., m. v.
Cette espèce, très rare dans tous les Monts-Jura, se trouve assez abondamment à Plasne, près de Poligny, où j'en ai recueilli une douzaine d'exemplaires.

— *patella* (1) Agass., m. v. (R.)
Plasne, près de Poligny, et Saint-André, près de Salins. Besançon (Pidancet).

— *Hugii* Agass., m. v. (T.R.)
Géraise, près de Salins. Cette espèce n'est commune que dans le canton de Bâle, surtout à Kilchberg.

Nucleolites latiporus Agass., c. f.
J'en ai recueilli un seul exemplaire à Clucy ; il est plus commun dans les environs de Maiche (Doubs), d'où il m'a été communiqué par mon ami M. Faivre.

— *Thurmanni* (2) Desor, c. f. (C.)
Pagnoz et environs de Quingey.

Hyboclypus Marcou Desor, o. f. (T. R.)
Je ne l'ai rencontré qu'à la Roche-Pourrie.

— *canaliculatus* Desor, o. f. (T. R.)
Se trouve avec le précédent à la Roche-Pourrie, où ils sont très rares tous deux.

Holectypus depressus (3) Desor, m. v. (C.)
Plasne, près de Poligny; Thésy, près de Salins, et Romange, près de Dôle.

(1) C'est un des Oursins les plus répandus dans les collections de France et de Suisse ; on l'a toujours trouvé, jusqu'à présent, dans l'oolite inférieure, dont il est un des fossiles les plus caractéristiques. Je ne l'ai pas trouvé dans le Jura du Brisgau, du Wurtemberg et de la Franconie, ainsi que dans les cantons d'Argovie, de Zurich et de Schaffouse ; sa dernière limite du côté de l'Allemagne est le canton de Bâle.

(2) Ces deux espèces de *Nucleolites* se trouvent dans les deux divisions du Forest-marble et du Cornbrash. Ils sont abondants, surtout dans les environs de Besançon.

(3) M. Desor, qui vient de créer le genre *Holectypus* aux dépens de l'ancien genre *Discoidea*, a divisé le *Discoidea depressa* en deux espèces qu'il a appelées *Holectypus depressus* et *H. antiquus*. Cette division d'espèces est basée sur des tubercules plus gros et moins nombreux

Diadema mamillatum Agass., c. p. (T. R.)

J'en ai recueilli un fragment à Saint-André, près de Salins.

— *homostigma* Agass., m. v.

J'en ai recueilli un seul exemplaire à Romange, près de Dôle.

Acrosalenia complanata Agass., m. v. (T. R.)

Plasne, près de Poligny, où je l'ai recueillie avec le *Clypeus solodurinus*.

Cidaris horrida (1) Mér., o. f. (T. R.)

La Roche-Pourrie, près de Salins.

Cidaris glandifera Goldf.?

Probablement deux espèces nouvelles que je réunis actuellement en une seule, et que je rapproche du *C. glandifera*. L'une a été trouvée dans l'oolite ferrugineuse, à Fonteny (Germain), et l'autre dans le Cornbrash, à Mesmay, près de Quingey.

Isocrinus Andræ (1) Desor, c. f. (R.)

Le Gout-de-Conge, près de Salins; Chaudanne, près de Besançon (Parandier).

Pentacrinus Nicoleti Desor, c. f. (T.R.)

Le Gout-de-Conge, près de Salins.

POLYPIERS.

Astrea maxima Thurm., c. p. (R.)

Saint-André, Belin et Champagny, près de Salins.

— *mamillata* Thurm., c. p. (T. R.)

Je ne l'ai recueillie qu'à Saint-André.

Agaricia salinensis Nob., c. p. (T. N.)

Environs de Salins, de Poligny et de Conliége.

Pavonia secans Thurm., c. p. (R.)

Le fort Saint-André.

— *confusa* Thurm., c. p. (C.)

Saint-André et Champagny, près de Salins. Ces cinq espèces de polypiers sont inédites.

Intricaria bajocensis Lam.? c. p.

Pagnoz et Belin, près de Salins.

Lithodendron, espèce inédite, c. p.

Saint-André, près de Salins.

Achilleum, espèce inédite, o. f.

La Roche-Pourrie, près de Salins.

VÉGÉTAUX.

Clathropteris meniscoides Brong., c. f.

J'en ai recueilli deux exemplaires à Pagnoz près de Salins.

surtout à la face inférieure (Voir *Catalogue raisonné des Echinides*, p. 87). Ayant eu occasion d'en récolter et d'en voir dans les collections un très grand nombre, dans le courant de l'été de 1847, je me suis assuré que cette différence de grosseur et de nombre des tubercules était un caractère sans valeur, car on trouve des passages entre les différents exemplaires rencontrés dans la même couche, ce qui me conduit à regarder ces deux espèces comme n'en formant qu'une seule à laquelle je conserve le nom de *H. depressus*, et qui se trouve en Bourgogne dans l'oxfordien (Châtillon-sur-Seine) ; dans le Jura français et suisse, on la rencontre dans les marnes vésuliennes (Salins, Besançon, Porrentruy, Bâle, Aarau, etc.) ; enfin dans le Wurtemberg, je l'ai trouvée dans le Cornbrash, ou *Schwarze Thone* du *Brauner Jura* (ε), avec la *Terebratula varians*, tout près du point de contact avec la couche ferrugineuse du kellowien (Zollhaus, près de Blumberg, chaîne du Randen).

(1) Cette espèce, très rare dans les environs de Salins, se trouve assez communément dans les cantons de Bâle et d'Argovie, et devient très abondante dans le Wurtemberg. Elle présente un exemple bien remarquable du passage d'un fossile d'une couche dans une autre, pour des distances très rapprochées. Ainsi à la Roche-Pourrie, près de Salins, comme aux bains de Bubendorf, près de Bâle, je l'ai recueillie dans l'oolite ferrugineuse, en compagnie de l'*Amm. Murchisonæ;* tandis qu'en Wurtemberg, je l'ai trouvée à Zilhausen et à Steichen, près de Balingen ; à Jungingen, près de Hechingen ; à Pfullingen, etc., dans la partie supérieure du *Blaue Kalke*, en contact avec le *Thone mit Bel. giganteus*, qui correspond à la partie supérieure de mon *calcaire à polypiers*. De sorte que le *Cid. horrida*, dans ces régions wurtembergeoises, est à une distance d'au moins 60 mètres de la couche à *Amm. Murchisonæ* ; ce qui constitue une séparation très notable pour des pays qui ne sont éloignés que de 35 à 40 lieues. Quant à l'identité de l'espèce dans les deux pays, le doute est tout à fait impossible, ainsi qu'on peut s'en convaincre facilement en jetant les yeux sur la grande série d'exemplaires que j'ai recueillis en Wurtemberg et dans les Monts-Jura.

(1) Voir *Notice sur les Crinoïdes fossiles de la Suisse*, par M. Desor (Bulletin de la Soc. des sc. nat. de Neuchâtel, 1845, p. 213).

Coupe de l'étage oolitique inférieur.

Les environs de Salins offrent de bonnes coupes de cet étage, et j'invite beaucoup les géologues à visiter celles de Saint-André et de Thésy. Je me bornerai à donner la coupe de la Roche-Pourrie, située à 300 mètres de Salins. Je suppose que le géologue, partant du pied de la roche, s'élève d'abord au-dessus, puis s'avance du côté de la Tuilerie royale au-dessus de la cascade de Gouaille; c'est au ruisseau de la Tuilerie que se termine la coupe.

1° Marne gris-bleuâtre avec rognons et petits bancs de calcaire marneux, très compacte, renfermant de nombreuses taches d'oxyde de fer	3m,00
2° Calcaire gris-bleuâtre à l'intérieur et jaunâtre au dehors, rubanné par de l'oxyde de fer et séparé par des couches minces de marnes sableuses, avec des rognons d'oxyde de fer et des efflorescences alumineuses. C'est dans cette assise que l'on rencontre le plus de fossiles et du bois oxydé.	4 ,00
3° Oolite ferrugineuse proprement dite, formant deux assises séparées par un calcaire jaunâtre un peu ferrugineux.	8 ,00
4° Calcaire jaune, sableux, renfermant encore quelques oolites ferrugineuses, avec interposition de couches minces de marnes noirâtres, bitumineuses, avec quelques nids de cristaux de sulfate de chaux.	8 ,00
5° Calcaire lœdonien, grisâtre, très oolitique, avec couches pétries d'Entroques. . .	6 ,00
6° Calcaire gris, avec de nombreux rognons et des veines siliceuses.	4 ,00
7° Calcaire à polypiers avec de nombreux madrépores siliceux.	2 ,00
8° Calcaire sub-lamellaire, grisâtre, avec des débris d'*Ostrea*, *Pecten*, *Terebratula*, etc.	4 ,00
9° Marnes vésuliennes.	0 ,40
10° Great-oolite. Une carrière est ouverte dans ce groupe, sur lequel on marche l'espace de 200 mètres; enfin, en arrivant du côté de la Tuilerie, on rencontre les assises assez puissantes du Forest-marble.	15 ,00
11° Au-dessus de la cascade de Gouaille se trouve le Cornbrash, par assises variant de 3 à 15 centimètres, se brisant très facilement	4 ,00
Immédiatement après, on trouve les couches du *fer oolitique sous-oxfordien*, ou *Kelloway-rock*.	
Hauteur totale. . .	58m,40

Technologie.—L'oolite ferrugineuse est exploitée sur plusieurs points du département du Jura pour faciliter la fonte des autres minerais de fer. Une des carrières les plus riches est celle de Maynal près de Beaufort. Le calcaire lœdonien et le Cornbrash se délitent souvent en dalles très minces, appelées *laves* et qui sont employées pour couvrir les maisons de ferme et dans la construction des murs. La Great-oolite est exploitée pour la construction des maisons, et la plupart des bâtiments de Besançon et de Salins en sont construits. Les couleurs grises, bleues et violâtres de ce calcaire sont du plus bel effet, et sa facile extraction permet d'en avoir des blocs de très grandes dimensions. Les carrières d'Andelot, près de Salins, sont sur la Great-oolite. Les marnes vésuliennes sont trop peu déve-

loppées pour être employées dans l'agriculture ; cependant on les exploite pour l'amendement des terres à Plasne près de Poligny.

Étage oxfordien.

Limites et divisions. — Immédiatement au-dessus des couches du Cornbrash se trouve une espèce de placage ferrugineux, qui passe ensuite à des oolites de fer hydraté répandues en très grande quantité dans des assises de calcaire marneux jaunâtre, qui est ensuite remplacé par un grand développement de marnes bleues, alternant à la partie supérieure avec des couches de calcaire marneux disposées comme des pavés, ainsi que de petites assises de grès schisteux. Cet étage, qui est essentiellement de formation vaso-marneuse, renferme une très grande quantité de fossiles propres à ces sortes de dépôts, tels que Nautiles, Bélemnites, Ammonites, Térébratules, Pholadomyes, etc., et ne contient presque aucun zoophyte. La faune des dernières couches auxquelles je termine cet étage se compose des fossiles suivants : *Ammonites polyplocus* et *biplex; Pholadomya parcicostata*, *exaltata* et *cardissoides ; Gryphœa gigantea ; Ostrea dilatata; Dysaster propinquus; Pecten fibrosus ; Terebratula globata* et *insignis ;* etc.

Comme on le voit, j'exclus de l'étage oxfordien le dépôt appelé *terrain à chaille* par M. Thirria, et que tous les géologues qui ont écrit sur le Jura ont, à son exemple, placé dans l'oxfordien. Ce dépôt, évidemment calcaréo-arénacé, ne peut, par ses fossiles, ni par ses caractères pétrographiques et géognostiques, être classé dans la formation vaso-marneuse de l'oxfordien, et n'est qu'une manière d'être de la partie inférieure du groupe corallien. Guidé par la paléontologie, M. Agassiz, dans les observations préliminaires de ses *Échinodermes fossiles de la Suisse* (1), pense que ce terrain n'est pas rigoureusement limité, et qu'il doit être confondu avec le corallien. J'étais déjà arrivé au même résultat avant de connaître cet ouvrage de M. Agassiz, et l'opinion d'un savant aussi distingué m'a confirmé dans ma première appréciation. Les caractères paléontologiques de l'oxfordien sont un assez grand développement de céphalopodes et d'acéphales, et une absence presque complète de polypiers et d'échinodermes ; or, le dépôt appelé *terrain à chaille* présente les caractères les plus opposés; il ne renferme presque aucun céphalopode, tandis qu'il présente un grand développement de polypiers, de crinoïdes et d'échinides, dont l'ensemble indique un faciès corallien des formations calcaires.

La pétrographie et la géognosie viennent aussi indiquer un mode de dépôt différent de celui qui a formé l'oxfordien. En effet, les couches marneuses ou calcaréo-

(1) Voir, dans les nouveaux Mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles, t. IV, 1840, *Description des Échinodermes de la Suisse*, par L. Agassiz, seconde partie, Cidarides, p. II.

marneuses de l'oxfordien sont remplacées par de nombreuses assises de calcaires siliceux et d'argiles siliceuses, ocreuses, très âpres au toucher. Ces argiles sableuses ont été formées par les crinoïdes eux-mêmes, et si ces zoophytes n'avaient pas existé, les couches, au lieu de présenter des argiles, auraient été de nombreuses assises non interrompues de calcaires plus ou moins marneux. Car l'immense quantité de ces crinoïdes et échinides, dont plusieurs espèces, telles que l'*Apiocrinus rosaceus*, devaient, dans certaines localités, former de véritables forêts, comme l'a très bien observé M. Gressly (1), absorbaient, pour l'accroissement de leurs enveloppes, une très grande quantité de carbonate de chaux, et ont ainsi retardé les dépôts calcaires dans les localités où ces radiaires existaient. Cependant, le carbonate de chaux finit par prédominer, et les assises de la partie supérieure deviennent entièrement calcaires. De sorte que beaucoup de crinoïdes ont commencé à établir leurs nombreuses racines sur des roches calcaréo-marneuses, ont pris leur développement aux dépens de ces calcaires, qui étaient en voie de se déposer, et sont venues terminer leur existence dans les couches calcaires, qui ont fini par régner exclusivement. D'ailleurs, il faut bien remarquer que ces échinodermes ont vécu dans les localités tout à fait littorales, ou sur quelques bas-fonds, et que, précisément sur ces points, les dépôts calcaires sont très peu puissants, et le plus souvent mélangés de marnes ; d'où il résulte que les calcaires compactes se déposaient dans les localités sub-pélagiques et pélagiques, tandis qu'à la même époque, les régions littorales se trouvaient être soumises à des dépôts de calcaires marneux, qui ont été interrompus par la grande quantité d'échinodermes, dont le développement a absorbé une partie du carbonate de chaux, et a changé alors les couches calcaréo-marneuses en assises interrompues d'argiles ocreuses, sub-siliceuses, très dures.

Quant à la *géognosie*, la structure sphéroïdale de ces boules siliceuses appelées *chailles* provient de la grande agitation de la mer aux alentours des bancs de coraux qui roulaient les fragments et les enveloppes des radiaires, et en formaient des boules pugilaires, qui se déposaient dans les anses et derrière les bancs de coraux. Ainsi je regarde ces polypiers pierreux comme la cause de ces chailles, et partout où l'on rencontre des bancs de polypiers un peu puissants, on est sûr d'y trouver des chailles. Celles-ci sont donc des accidents pétrographiques qui appartiennent aux formations calcaires et qui doivent être considérés comme un fait inhérent aux bancs de polypiers; leur nature pétrographique se trouve changée par les roches environnantes ; mais généralement elles contiennent beaucoup de silice, et elles atteignent leur plus grand développement pendant le dépôt corallien, parce que c'est celui de tous les étages jurassiques qui renferme le plus de zoophytes. Dans l'étage oolitique

(1) *Observations géologiques sur le Jura soleurois*, p. 96.

inférieur, on rencontre un grand nombre de ces chailles près des bancs de polypiers de l'*oolite ferrugineuse* et du *calcaire à polypiers;* dans ce dernier dépôt surtout, on trouve sur beaucoup de points du Jura salinois, bisontin, et du département de la Moselle, une plus grande quantité de chailles que dans le corallien. On en voit aussi un grand nombre dans le Cornbrash de la Haute-Saône, avec de nombreux Madrépores siliceux, qui forment des bancs de polypiers.

Ainsi, l'on ne peut se servir de ces chailles pour diviser les groupes, car elles se rencontrent dans les deux étages oolitiques, et ne sont exclusivement propres à aucun. C'est pourquoi j'ai supprimé ce que l'on a appelé le *terrain à chaille*, d'abord de l'étage oxfordien dont il ne fait pas partie, puis comme division, en le réunissant au groupe corallien dont il n'est qu'un accident de littoral, accident qui se retrouve dans tous les groupes où il existe de grands bancs de polypiers.

Je divise l'étage oxfordien en trois groupes, qui sont : 1° Le *fer oolitique sous-orfordien* ou *kellowien;* 2° les *marnes oxfordiennes* proprement dites; 3° l'*argovien.* Chacun de ces groupes a une puissance très variable suivant les différentes localités où on l'observe; cependant ils ne se confondent jamais et se retrouvent, quoique quelquefois à l'état presque rudimentaire, dans toutes les chaînes des Monts-Jura.

Distribution géographique. — Cet étage est peut-être celui qui se montre le plus fréquemment dans les différentes contrées où le terrain jurassique affleure, et qui conserve le mieux ses caractères paléontologiques (1). Il se rencontre dans toutes les parties des Monts-Jura avec des caractères pétrographiques à peu près identiques; seulement on remarque que, dans les régions littorales, les marnes sont très puissantes; tandis que, dans les régions pélagiques, elles alternent avec de nombreuses assises de calcaire marneux et ont beaucoup diminué de hauteur.

(1) M. Agassiz, qui a étudié et visité très en détail le terrain jurassique d'Angleterre, m'a dit que l'oxfordien était de tous les étages jurassiques celui qui contenait le plus de fossiles identiques en Angleterre, en France et en Suisse, et qui présentait un ensemble général des mieux caractérisés. Le Jura allemand m'a présenté un faciès tout à fait analogue ; seulement j'y ai remarqué un bien plus grand développement, sous le rapport paléontologique et sous celui de la puissance des couches, dans la partie supérieure de l'oxfordien, ou ce que j'ai appelé le groupe argovien. Cette division, qui est assez peu développée, surtout paléontologiquement, en Normandie, en Bourgogne et dans la partie française des Monts-Jura, commence dans l'Argovie à former un groupe très riche en fossiles (polypiers spongiaires et Ammonites); elle y atteint une puissance souvent double de celle des deux autres divisions de cet étage. En poursuivant l'argovien dans les cantons de Zurich et de Schaffouse, au Randen et dans l'Albe wurtembergeoise, on le voit encore prendre un plus grand développement ; et c'est dans la partie comprise entre Rothweil et Balingen qu'il atteint son maximum, surtout sous le rapport paléontologique.

Fer oolitique sous-oxfordien ou kellowien.

Caractères généraux. — Marnes jaunâtres, un peu calcaires, empâtant une grande quantité d'oolites ferrugineuses, miliaires, à reflet sub-métallique.

SYNONYMIE.

Angleterre. *Kelloway-rock.* Phillips.
Allemagne. *Eisenoolithe* du *Brauner-Jura* (ε). Quenstedt. *Oolite ferrugineuse gris de fumée*, n° 7. De Mandelsloh.
France. *Oxfordien inférieur.* Alcide d'Orbigny. *Calcareous grit*, des géologues normands. *Assise oxfordienne ferrugineuse.* Cotteau (Yonne).

Les Monts-Jura.
Canton de Bâle. *Fer de l'oxfordien.* Mérian.
— de Berne. *Marnes oxfordiennes, variétés avec oolite ferrugineuse.* Thurmann.
— de Soleure. *Dépôts littoraux à oolites ferrugineuses de l'Oxford-clay.* Gressly.
Département de la Haute-Saône. *Marne moyenne avec minerai de fer oolitique.* Thirria.
— du Doubs. *Minerai de fer oxfordien.* Boyé.

Pétrographie et géognosie. — Calcaire marneux, jaunâtre, quelquefois gris-bleuâtre, à cassure raboteuse; texture serrée; structure variée passant du schistoïde au massif. La roche empâte des pisolites ferrugineuses, lenticulaires, miliaires, à reflet métallique, ressemblant au Bonherz. Ces marnes calcaires sont très tendres, à cohésion faible, d'aspect terreux et tachant en jaune les doigts. Exposées à l'air, elles se délitent facilement, ce qui permet une exploitation facile du fer, au moyen du lavage.

Paléontologie. — Les fossiles sont très nombreux dans ce groupe et appartiennent à des espèces que l'on ne rencontre pas ordinairement dans les marnes oxfordiennes, telles que de grandes Ammonites plates et bombées, de gros Pleurotomaires, des Trigonies, des Pholadomyes, etc.; mais ils sont généralement assez mal conservés et enveloppés d'une gangue marno-ferrugineuse qui empêche de les déterminer avec facilité. Les espèces les plus caractéristiques sont : *Belemnites latesulcatus*, que je n'ai encore rencontrée que dans les Monts-Jura et la Souabe ; *Ammonites anceps*, *triplicatus* et *macrocephalus*; cette dernière n'est pas très commune dans le Jura; elle ne commence à devenir abondante qu'à partir de Randen, en s'élevant dans l'Albe, où elle est on ne peut plus caractéristique. Les différentes espèces qui composent la faune du kellowien indiquent que ce dépôt s'est formé non seulement sur le littoral, mais aussi dans les régions sub-pélagiques et même pélagiques, et quoique souvent sa puissance ne soit que de 30 à 50 centimètres, il n'en mérite pas moins de former un groupe séparé des marnes oxfordiennes, à cause de sa constance, de ses fossiles qui lui sont exclusivement propres, pour la plupart, et du grand développement qu'il prend dans les régions bourguignonnes, comme aux environs de Châtillon-sur-Seine. En général, j'ai remarqué que ce dépôt était plus puissant dans le Jura français que dans le Jura suisse, et qu'il

allait en augmentant à mesure que l'on s'approche de la Bourgogne. De plus, il n'est pas exclusivement littoral, ainsi que l'avait pensé M. Gressly, car il s'étend dans presque toutes les régions de hautes mers. Cette division est une de celles qui me paraissent constituer un des meilleurs horizons pour le terrain jurassique de la Bourgogne, du Jura français et suisse, et de l'Allemagne. La composition minéralogique des roches de ce groupe est à peu près identique dans ces différentes régions, et les fossiles qui constituent sa faune sont assez généralement répandus. En Wurtemberg surtout, je regarde le kellowien, dont M. Quenstedt n'a fait qu'une subdivision de son *Brauner-Jura* (ε), comme un des meilleurs horizons qu'il y ait dans le terrain jurassique de cette contrée.

Marnes oxfordiennes.

Caractères généraux. — Marnes d'un bleu noirâtre, avec fossiles pyriteux.

SYNONYMIE.

Angleterre. *Oxford-clay* ou *Clunch-clay.*
Allemagne. *Oxford-thon ; Oxford-clay inférieur.* De Mandelsloh. *Ornatenthon* du *Brauner-Jura* et *Impressa kalke* du *Weisser-Jura.* Quenstedt.
France. *Argiles de Dives* (Normandie). *Oxfordien moyen.* Alcide d'Orbigny. *Marnes d'Oxford*, de la plupart des géologues français.

LES MONTS-JURA.

Canton de Bâle. *Jüngere Juramergel.* Mérian.
— d'Argovie. *Lettstein* (en partie). Rengger.
— de Soleure. *Marnes oxfordiennes.* Gressly.
— de Berne. *Marnes oxfordiennes.* Thurmann.
— de Neuchâtel. *Marnes de Dombresson, de la Joux-du-Plâne*, etc. de Buch.
Département de la Haute-Saône. *Marne moyenne* ou *Oxford-clay.* Thirria.
— du Doubs. *Marnes oxfordiennes.* Boyé.

Pétrographie et géognosie. — Marnes argileuses, grasses, pâteuses, d'un bleu plus ou moins foncé, souvent rendues noirâtres par des substances charbonneuses et bitumineuses que l'on y rencontre en assez grande abondance. Elles sont homogènes, à cassure terreuse; elles se fendillent, se désagrègent à l'air et font fortement effervescence. Les accidents les plus fréquents sont des pyrites de fer et des parties charbonneuses, dont les décompositions et les recompositions chimiques, que subissent continuellement ces corps au contact de l'air et de l'eau, produisent des efflorescences de sulfate de fer et de très petits cristaux de gypse; quelquefois même ces pyrites sont tellement décomposées, qu'elles paraissent à l'état de nodules terreux d'hydroxyde de fer jaune ou orangé.

La structure en petit est massive, sub-schisteuse; en grand, elle est régulière, sans interposition de couches calcaires.

Paléontologie. — Les fossiles de l'étage oxfordien, au-dessus du kellowien, présentent deux séries bien distinctes par les espèces et par la composition chimique de leur enveloppe: ceux qui appartiennent aux marnes oxfordiennes pro-

prement dites sont tous pyriteux, à l'exception des Bélemnites; tandis que ceux de l'argovien sont tous à l'état de moule calcaire et de même nature que les roches dans lesquelles ils se trouvent. Cette division des fossiles m'a conduit à séparer l'argovien des marnes oxfordiennes, pour en faire un groupe à part, qui est du reste très bien caractérisé aussi par sa pétrographie. Ces deux groupes s'agrandissent aux dépens l'un de l'autre, suivant les localités où on les observe; ainsi, les marnes oxfordiennes, très puissantes et excessivement riches en fossiles dans les régions littorales, diminuent beaucoup dans les régions pélagiques et sub-pélagiques, et sont quelquefois réduites à un mètre de puissance; tandis que l'argovien, presque à l'état rudimentaire dans les localités littorales, prend un développement gigantesque dans les régions de hautes mers (1). Cette différence tient à la nature du dépôt, car on sait que plus on s'éloigne des rivages, plus les marnes diminuent et sont remplacées par des calcaires marneux qui finissent même par prédominer; de sorte que l'on peut regarder les marnes oxfordiennes comme un type de formation vaso-marneuse littorale, et l'argovien comme un type pélagique.

La faune des marnes oxfordiennes présente les rapports les plus intimes avec celle des marnes du lias supérieur de Pinperdu; les genres, les espèces mêmes, ont les plus grandes analogies et sont souvent extrêmement difficiles à distinguer. Les Ammonites dominent encore, mais cependant elles ont beaucoup diminué et sont réduites à une dizaine d'espèces de petite taille; les Bélemnites, quoique très nombreuses, ne sont plus représentées que par deux espèces, et les Nautiles y sont assez rares; de sorte que tout y indique la décadence dans le règne des céphalopodes jurassiques. Les Térébratules prennent, en revanche, un développement remarquable et présentent un grand nombre d'espèces différentes. Quant aux acéphales, ils offrent à peu près les mêmes types de genre que dans le lias. Les échinides y sont représentés par des espèces à test mince et flexible, appartenant à la famille des Spatangoïdes.

(1) Dans les cantons d'Argovie et de Schaffouse, ainsi qu'au Randen (duché de Furstemberg), les marnes oxfordiennes proprement dites ont leurs fossiles à l'état calcaire, comme dans l'argovien. Ces marnes y sont très peu développées, à la vérité, et ne présentent qu'un petit nombre d'Ammonites, appartenant à deux ou trois espèces, telles que *Ammonites dentatus*, *annularis*, *Lamberti* et *flexuosus costatus*; encore ces espèces ne se trouvent-elles que dans l'Argovie et rarement dans le canton de Schaffouse, où l'on ne rencontre guère que les *Ammonites flexuosus costatus*, *discus complanatus* et *canaliculatus albus*. Au Randen, je n'ai recueilli que ces trois dernières Ammonites, avec la *Belemnites hastatus*; mais à partir de Spaichingen, petite ville située entre Donaueschingen et Rottweil, on retrouve, tout le long de l'Albe wurtembergeoise, le faciès à Ammonites pyriteuses, avec un plus grand nombre d'espèces (mais non d'individus) que dans les Monts-Jura. Les espèces d'Ammonites du Wurtemberg, qui appartiennent presque toutes au groupe des *Ornati* (ce qui a fait donner le nom d'*Ornatenthon* aux marnes oxfordiennes de ce pays), sont dans des assises qui se trouvent séparées de celles où l'on rencontre la *Terebratula impressa*, contrairement à ce qui arrive dans le Jura, où cette espèce est répandue dans les mêmes schistes que les Ammonites, et même quelquefois dans le kellowien.

Les fossiles sont répandus assez généralement sur tous les points ; seulement ils présentent deux faciès, suivant leur degré de fréquence et leurs dimensions. Ainsi dans les localités littorales, les fossiles sont très nombreux et d'une belle taille, ce qui constitue le faciès des stations littorales ; mais cette taille va en diminuant progressivement à mesure que l'on s'éloigne des rivages, et finit par devenir tellement petite, que les fossiles, appartenant aux classes des acéphales et des radiaires, sont dans un état rabougri et contrefait qui contraste avec la grandeur de ceux des régions littorales. De sorte que le faciès pélagique est caractérisé par des fossiles de petite taille et en nombre assez limité, appartenant surtout aux genres Bélemnite et Ammonite. Il arrive aussi assez fréquemment de rencontrer des endroits de remous, où les courants ont déposé pêle-mêle un grand nombre de fossiles, ordinairement usés et triturés.

Les fossiles les plus caractéristiques des marnes oxfordiennes, et qui se rencontrent dans les deux faciès, sont : *Ammonites annularis, dentatus, hecticus, Lamberti, perarmatus, cordatus, bifurcatus, flexuosus costatus ; Belemnites hastatus ; Nucula subovalis, musculosa ; Terebratula Thurmanni, spinosa, biplicata mediojurensis ; Pentacrinites pentagonalis*, etc.

Argovien.

Caractères généraux. — Marnes et calcaires marneux bleuâtres, alternant fréquemment ; avec quelques assises de grès schisteux, interposés à la partie supérieure. — Fossiles à l'état calcaire.

SYNONYMIE.

Angleterre. *Oxford-clay* (parties supérieures).

Allemagne. *Oxford kalk* ; *Oxford-clay supérieur*. De Mandelsloh. *Wohlgeschichtete kalkbanke* et *Spongitenlager* (ou *Scyphiakalk*). Quenstedt (1).

France. *Partie supérieure de l'oxfordien*. Alcide d'Orbigny. *Assise oxfordienne supérieure*. Cotteau (Yonne).

Les Monts-Jura.

Canton d'Argovie. *Lettstein*. Rengger. *Polypiers spongieux du terrain à chaille*. Gressly.

— de Bâle. *Calcaire marneux de l'oxfordien*. Mérian.

— de Soleure. *Partie des marnes oxfordiennes et du terrain à chaille*. Gressly.

— de Berne. *Oxfordien supérieur*. Thurmann.

— de Neuchâtel. *Calcaire à schistes* (2). Nicolet.

Département de la Haute-Saône. *Calcaire gris-bleuâtre, subordonné à l'argile avec chaille*. Thirria.

— du Doubs. *Calcaires marneux et rognons oxfordiens*. Boyé.

(1) Ces assises forment les couches (β) et (γ) du Jura blanc (*Weisser-Jura*) de M. Quenstedt, qui, à ce qu'il me semble, a divisé en deux les deux faciès d'un même groupe. Je serais assez porté à croire, d'après mes observations, que le *Wohlgeschichtete kalkbanke* (bancs de calcaires bien stratifiés) n'est autre chose que le *Spongitenlager* sans polypiers spongiaires.

(2) Voir *Essai sur la constitution géologique de la Chaux-de-fonds*, par Nicolet, p. 2, inséré dans les *Mém. de la soc. des sc. nat. de Neuchâtel*, t. II, Neuchâtel, 1839.

Pétrographie et géognosie. — Marnes argileuses, bleu-grisâtre, alternant avec de nombreuses couches de calcaires marneux bleuâtres, très compactes; à texture grenue; à cassure conchoïdale, esquilleuse et lisse. Ces assises de calcaires marneux ont de 30 à 80 centimètres d'épaisseur; elles sont disposées comme des lignes de pavés présentant l'aspect de rognons céphalaires, quelquefois à zones concentriques et renfermant alors quelques cristaux de carbonate de chaux. Des assises minces de grès schisteux, gris-jaunâtre et bleuâtre, renfermant des empreintes végétales, se rencontrent à la partie supérieure. Ces grès sont complétement semblables à ceux qui forment le grès super-liasique.

Paléontologie. — Comme je l'ai dit précédemment, les fossiles, après avoir été pyriteux, deviennent calcaires; mais, en même temps, les espèces changent et celles qui les remplacent n'ont même presque aucune analogie avec les premières. On rencontre cependant encore quelquefois l'*Ammonites cordatus*, à l'état de moule calcaire; mais c'est le seul fossile des marnes oxfordiennes qui se retrouve dans les premières couches de l'argovien. Les espèces argoviennes sont de grande taille et indiquent un faciès pélagique; les Ammonites y sont assez rares et appartiennent au groupe des *Planulati* (1); les Bélemnites s'y montrent très rarement. Quant aux acéphales, ils sont nombreux et sont représentés par des Ostracées, des Térébratules de grande taille, des Pholadomyes et autres Myes appartenant toutes à des espèces pélagiennes. On rencontre dans l'Argovie (c'est le motif qui m'a fait désigner ce groupe sous le nom d'*argovien*) de nombreuses nappes de polypiers spongiaires, qui s'étendent sur plusieurs des couches de ces calcaires marneux; ces nappes se retrouvent dans le Jura salinois, entre Salins et Champagnole, et se continuent dans le département de l'Ain; les espèces qui les forment appartiennent aux genres *Scyphia* ou *Spongites, Tragos* et *Cnemidium;* mais la gangue marneuse qui les enveloppe en rend l'étude assez difficile, et leur détermination est souvent peu certaine. Cependant les espèces les plus communes et qui sont celles aussi que l'on rencontre dans l'Argovie, au Randen et en Wurtemberg, sont: *Spongites reticulatus*, *clathratus*, *lamellosus*, *cylindratus*, *intermedius; Cnemidium Goldfusii* et *stellatum; Tragos patella* et *rugosum*.

On rencontre près de ces nappes de spongiaires, outre les acéphales cités plus haut, des échinides à test mince et peu rugueux, appartenant au genre *Dysaster.* Ainsi, de même que dans les faciès coralligènes pierreux on rencontre des radiaires dont le test est épais et armé de fortes pointes propres à résister aux vagues; de même, dans le faciès à polypiers spongiaires de l'argovien on les retrouve, mais représentés par des espèces dont

(1) Dans le Jura, ces Ammonites plates sont réduites à deux ou trois espèces, tandis qu'en Wurtemberg elles atteignent un nombre assez considérable, tant en espèces qu'en individus. Ainsi, tous les géologues qui ont parcouru le plateau du Lochen ont été frappés du grand nombre d'Ammonites et de polypiers spongiaires, qui recouvrent littéralement le sol, sur plusieurs kilomètres carrés.

l'*habitus* leur permettait de vivre dans un milieu vaseux. Les fossiles les plus caractéristiques de l'argovien sont : *Ammonites polyplocus* et *biplex; Gryphœa dilatata; Pecten octocostatus; Terebratula insignis, globata* et *plicatella; Pholadomya parcicostata, exaltata* et *cardissoides; Trigonia clavellata; Gresslya sulcosa; Dysaster propinquus*, etc.

Résumé. — L'étage oxfordien se divise donc en trois groupes, dont l'un, le fer sous-oxfordien, est assez généralement répandu dans tous les Monts-Jura, mais plus particulièrement dans le Jura français; les deux autres se montrent aussi dans toutes les chaînes du Jura, mais avec des épaisseurs bien différentes; les marnes oxfordiennes dominent dans les régions littorales, tandis que c'est l'argovien qui règne dans les parages sub-pélagiques et pélagiques. Ce dernier présente, dans le Jura salinois et de l'Ain, le faciès à polypiers spongiaires signalé pour la première fois dans l'Argovie par M. Gressly. Si le lias peut être regardé comme le règne des céphalopodes jurassiques, l'oxfordien doit en être la période de décadence, et, de plus, c'est pendant le dépôt de cet étage que les Térébratules ont atteint leur plus grand développement d'espèces et d'individus, ce qui permet de regarder l'oxfordien comme la décadence du règne des céphalopodes et le règne des Térébratules jurassiques.

FOSSILES DE L'ÉTAGE OXFORDIEN.

POISSONS.

Lamna (*Sphœnodus*) *longidens* Agass., M. o. (1).

Cette espèce, qui n'est commune nulle part, se trouve cependant dans un très grand nombre de localités des Monts-Jura. Andelot, près de Salins (Germain); Tarcenay, près de Besançon (Pidancet); le Mont-Terrible (Thurmann). Je l'ai aussi trouvée en Wurtemberg, mais dans l'argovien (*Scyphiakalk*), tandis que, dans le Jura, on la rencontre toujours dans les marnes oxfordiennes. Je ne l'ai pas vue en Bourgogne, où elle semble être remplacée par le *Strophodus reticulatus*, Agass. (marnes oxfordiennes de Chatillon-sur-Seine).

(1) Nous avons adopté les abréviations suivantes :

M. o., Marnes oxfordiennes.
F. s., Fer sous-oxfordien.
A., Argovien.

Notidanus Munsteri Agass., A.

J'en ai recueilli une dent à Chappois, près de Salins. M. Agassiz le cite dans le groupe argovien du Randen (duché de Furstemberg) et de Streitberg (Franconie) (voir *Rech. sur les poiss. foss.*, t. III, p. 222).

ANNÉLIDES.

Serpula.

Plusieurs espèces que l'on rencontre sur le test des autres fossiles.

CÉPHALOPODES.

Belemnites hastatus Blainv., M. o. (T. N.)

Se trouve en abondance dans toutes les chaînes des Monts-Jura.

— *Sauvanausus* d'Orb., M. o. (R.)

Je l'ai recueilli près de Moirans; elle est plus commune dans le département de l'Ain, aux environs de Nantua.

Belemnites latesulcatus Voltz (1), F. s. (C.)

Clucy et les Viousses, près de Salins.

Nautilus hexagonus Sow., F. s. (R.)

Clucy, près de Salins; les Chaprets, près de Besançon (Pidancet).

— *granulosus* d'Orb., M. o. (R.)

Supt, près de Salins (Germain).

Ammonites dentatus Rein., M. o. (C.)

Clucy, Géraise, Chappois et Lemuy, près de Salins.

— *flexuosus costatus* Quenst., M. o. (T. N.)

Géraise, Montmarlon et les Viousses, près de Salins. Environs de Besançon, Porrentruy, Bâle, etc. Cette espèce très caractéristique des marnes oxfordiennes dans tous les Monts-Jura, où elle est à l'état pyriteux, ne se trouve qu'à l'état calcaire, et dans le groupe argovien du Wurtemberg.

— *hecticus* Rein., M. o. (T. N.)

Se trouve dans tout le Jura salinois et bisontin. M. Quenstedt la divise en plusieurs variétés, suivant les ornements du test. (Voir *Petrefaktenkunde Deutschlands*, p. 118.)

— *bifurcatus* Schlot., M. o. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

— *annularis* Rein., M. o. (T. N.)

Se trouve en abondance dans tout le Jura.

— *Lamberti* Sow., M. o. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

(1) M. d'Orbigny vient de publier cette espèce sous le nom de *B latesulcatus*, dans sa *Paléontologie universelle*, p. 301; mais, depuis longtemps, M. Voltz l'avait signalé sous ce même nom dans ses diverses publications insérées dans le *Neues Jahrbuch* de M. de Léonhard, nom qui lui a été donné primitivement par M. Thurmann, et qui était connu par tous les géologues du Jura français et suisse. Dans le Jura allemand surtout, à partir du Randen jusqu'à Gœppingen, cette espèce se trouve en très grande abondance dans l'assise correspondant à mon fer sous-oxfordien, assise qui est connue dans ce pays sous le nom d'*Eisenoolithe* du *Brauner Jura* (ε). MM. de Buch (*Uber den Jura in Deutschland*, p. 110) et Quenstedt (*Das flozgebirge Würtembergs*, p. 368) rapportent cette Bélemnite au *B. Canaliculatus* de Schlotheim.

Ammonites Mariæ d'Orb., M. o. (C.)

Clucy et Supt, près de Salins; Éternoz et Tarcenay, près de Besançon.

— *athleta* Phill., F. s. (R.)

Dournon et Clucy, près de Salins.

— *Backeriæ* Sow., M. o. (C.)

Clucy, Supt et Montmarlon. (Voir *Petrefaktenkunde Deutschlands*, par Quenstedt, p. 192.)

— *perarmatus* Sow., M. o. (R.)

J'en ai recueilli plusieurs fragments à Géraise, près de Salins.

— *coronatus* Schlot., F. s. (R.)

Clucy et les Viousses, près de Salins. Cette espèce, que l'on regarde en France comme caractéristique du *Kelloway-rock*, se trouve en Allemagne dans l'étage oolitique inférieur. Je l'ai rencontrée à Zillhausen et à Streichen, près de Ballingen (Wurtemberg), dans le *Graublaue mergelige kalke* du *Brauner Jura* (δ) de M. Quenstedt, que je regarde comme correspondant au great-oolite et au forest-marble du Jura salinois.

— *macrocephalus rotundus* Quenst., F. s. (R.)

Clucy, près de Salins. Cette espèce est très commune dans le Jura du Brisgau et du Wurtemberg.

— *Babeanus* d'Orb., M. o. (T. R.)

Je l'ai recueilli à Andelot (Jura) et à Clairon (Doubs).

— *cordatus* Sow., M. o. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

— *ornatus rotundus* (1) Quenst., M. o. (T. R.)

Cette espèce si caractéristique des régions wurtembergeoises est très rare dans les environs de Salins et de Besançon.

(1) J'ai adopté l'opinion de M. Quenstedt, qui en fait deux variétés (Voir *Petref. Deuts.*, p. 133); tandis que M. d'Orbigny réunit cette espèce à l'*Am. Duncani* de Sowerby, en la regardant comme un jeune individu. Mais je ferai remarquer que, dans les Monts-Jura et en Wurtemberg, on ne rencontre pas la véritable *Am Duncani*; de sorte que l'on peut difficilement supposer que cette Ammonite n'ait laissé dans ces régions que des individus jeunes

Ammonites triplicatus (1) Sow., F. s. (R.)

Clucy et les Viousses, près de Salins.

— *Jason* Ziet., M. o. (T. R.)

M. Germain l'a recueilli à Andelot.

— *discus complanatus* Quenst., M. o. (R.)

Chappois et Andelot, près de Salins.

— *convolutus ornati* Quenst., M. o. (T. N.)

Environs de Salins et de Besançon.

— *polyplocus* (2) Rein., A. (C.)

Chappois; Supt; le Mont-Rivel, près de Champagnole.

— *anceps* Rein., F. s. (C.)

Clucy, les Viousses, près de Salins.

— *biplex* Sow., A. (T. N.)

Environs de Salins et de Champagnole, où elle caractérise, avec l'*Am. polyplocus*, le groupe argovien.

GASTÉROPODES.

Trochus inédit, F. s. et M. o. (R.)

Clucy et Géraise.

Rostellaria grandisvallis Thurm., M. o. (R.)

Clucy et Supt.

— *tristis* Thurm., M. o. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

Pleurotomaria granulata Goldf., F. s. (T. R.)

Clucy, près de Salins.

ACÉPHALES.

Gryphæa dilatata (3) Sow., A. (R.)

Poupet et Supt, près de Salins, environs de Besançon et de Delémont.

Gryphæa gigantea Sow., A. (T. R.)

Brillat, près d'Orgelet; Delémont (canton de Berne).

Pecten octocostatus Rein., A. (T. R.)

Mesmay, près de Quingey.

— *fibrosus* Sow., A. (C.)

Supt, Montmarlon et Brillat; il est rare de le trouver complet.

Lima substriata Goldf., A. (T. R.)

J'en ai recueilli un seul exemplaire à Supt, près de la maison du Bois, sur la route de Censeau.

Terebratula spinosa Sow. F. s. (C.)

Clucy et les Viousses.

— *biplicata medio-jurensis* Thurm., M. o. (T. N.)

Environs de Salins, de Champagnole et de Besançon.

— *impressa* de Buch, M. o. (C.)

Géraise et Supt, près de Salins; Éternoz, près de Besançon (Pidancet). En Wurtemberg, elle se trouve au-dessus des marnes oxfordiennes, dans une couche que M. Quenstedt a appelée *Impressakalke*.

— *globata* Sow., A. (C.)

Supt et Chappois; Mont-Rivel, près de Champagnole; Brillat, près d'Orgelet.

— *Thurmanni* Woltz, M. o. (T. N.)

Se rencontre dans tous les Monts-Jura.

— *plicatella* Sow., A. (R.)

Brillat, près d'Orgelet.

— *insignis* Ziet. A. (T. N.)

Très caractéristique de l'argovien dans le Jura salinois; on la rencontre en abondance à Supt, Chappois, Montmarlon et Brillat.

(1) Cette espèce est très abondante en Wurtemberg, surtout dans la chaîne du Randen, où l'on en trouve de très gros exemplaires (Voir *Petref. Deuts.*, Quenst., p. 171).

(2) Se trouve, en très grande abondance avec les polypiers spongiaires sur les plateaux du Lochen, Messteten et Blaubeuren (Wurtemberg).

(3) L'espèce, ou plutôt les espèces que l'on trouve dans les Monts-Jura et en Bourgogne, ne sont pas les mêmes que celle de Normandie et d'Angleterre; cette dernière constituant le véritable type de la *G. dilatata*. Les différences des espèces du Jura, avec celle de Dives, consistent dans la forme du crochet et le faciès général de la coquille, qui est plus ou moins dilatée. Mais toutes les espèces, ou, si l'on veut, les variétés de Gryphées que l'on rencontre dans l'oxfordien des diverses contrées, ont comme caractère général, d'avoir sur la valve supérieure, des stries, partant du point en contact avec le crochet, et se dirigeant en éventail vers les bords de la valve. Dans le lias et les étages oolitiques inférieurs et supérieurs, les Gryphées ne présentent pas ce caractère de stries divergeant d'un même point.

Nucula subovalis Sow., M. o. (C.)

Géraise et Clucy, près de Salins ; Éternoz et Tarcenay, près de Besançon (Pidancet).

— *musculosa* Koch, M. o. (R.)

Géraise et Éternoz.

— *Hammeri*, probablement une variété, Defr., M. o. (R.)

Géraise et Clucy.

Arca cucullata Münst., M. o. (R.)

Je l'ai recueilli à Géraise et à Saraz.

— *parvula* Münst., M. o. (R.)

Clucy et le Mont-Rivel.

Trigonia clavellata Sow., A. (R.)

Brillat, près d'Orgelet. M. Germain l'a recueilli à Morillon, près de Champagnole.

— *perlata* Agass., A. (T. R.)

J'en ai recueilli un exemplaire à la Grange-de-Vaivre, près de Salins.

— *maxima* Agass., A. (R.)

Brillat et Morey.

— *papillata* Agass., A. (T. R.)

Chappois, près de Salins.

— *monilifera* Agass., F. s. (C.)

Clucy; les Viousses; le Mont-Orient, près de Lons-le-Saulnier.

— *parvula* Agass., A. (R.)

J'en ai recueilli plusieurs exemplaires près de la grange de Poupet.

Goniomya sulcata Agass., A. (R.)

Chappois et Mont-Rivel.

— *litterata* Agass., A. (T. R.)

Le Mont-Rivel, près de Champagnole.

— *v.-scripta* Agass., A. (T. R.)

Je l'ai recueilli à Éternoz.

Pholadomya exaltata Agass., A. (C.)

Environs de Quingey, Besançon, Ornans et Champagnole.

— *carinata* Goldf., F. s. (R.)

J'en ai recueilli trois exemplaires à la Tuilerie royale, près de Clucy.

Pholadomya parcicostata Agass., A. (T. N.)

Environs de Besançon, Salins et Champagnole.

— *pelagica* Agass., A. (R.)

Je l'ai recueilli à Chappois.

— *similis* Agass., A. (T. R.)

Saraz et Éternoz.

— *tumida* Agass., A. (T. R.)

Je l'ai recueilli en compagnie des polypiers spongieux à Chappois.

— *cardissoides* (1) Agass., A. (C.)

Chappois, Supt et Montmarlon, près de Salins.

— *concelata* Agass., A. (R.)

Villeneuve, près de Levier (Germain).

— *ampla* Agass., A. (C.)

Chappois et le Mont-Rivel.

— *cingulata* Agass., A. (R.)

Le Mont-Rivel, près de Champagnole et environs de Morey.

Cercomya siliqua Agass., A. (T. R.)

J'en ai recueilli un exemplaire à Supt.

Mactromya globosa Agass., A. (T. R.)

Brillat, près du Pont de fil-de-fer.

Gresslya sulcosa Agass., A. (R.)

Supt et Vaulgrenans, près de Salins.

Pleuromya recurva Agass., F. s. (R.)

Clucy et les Viousses, près de Salins; les Chaprets, près de Besançon (Pidancet).

— *varians* Agass., A. (T. R.)

Brillat, près d'Orgelet.

Corimya pinguis Agass., A. (R.)

Le Mont-Rivel, près de Champagnole.

(1) Il est à remarquer que dans les localités où ces Myes sont réunies dans des bancs assez puissants, on ne rencontre pas de polypiers spongieux; ces deux genres d'associations s'excluent mutuellement. Ainsi, en Wurtemberg, où les polypiers spongieux dominent, on ne rencontre que très rarement et un très petit nombre des Myes.

RADIAIRES.

Cidaris spatula Agass., A. (R.)

Le Vaudioux, près de Champagnole.

— *hastalis* Desor., A. (R.)

Le Vaudioux, près de Champagnole.

Diadema superbum Agass., F. s. (T. R.)

Je l'ai recueilli à Clucy.

— *æquale* Agass., A. (T. R.)

Lombard, près de Quingey (Doubs).

Pygurus depressus Agass., F. s. (T. R.)

Je l'ai rencontré à Clucy, où il est très rare et assez mal conservé.

Dysaster propinquus Agass., A. (C.)

Vaulgrenans et Chappois, près de Salins; Mesmay et Lombard, près de Quingey.

— *carinatus* Agass., A. (R.)

Supt et Chappois.

Nucleolites micraulus Agass., A. (R.)

Lombard, près de Quingey.

Pentacrinus pentagonalis Goldf., M. o. (T. N.)

Se trouve dans tout le Jura salinois et bisontin.

POLYPIERS SPONGIEUX.

Spongites (Scyphia) reticulatus Goldf., A.

Se trouve assez abondamment à Andelot, Supt et Chappois. C'est une des espèces les plus communes dans l'Albe wurtembergeoise (Sirchingen, Nattheim, Blaubeuren, le Lochen, etc.). M. Quenstedt y réunit plusieurs espèces de *Scyphia* de Goldfuss, dont il en fait des variétés (voir *Das flœzgebirge Würtembergs*, p. 411).

Spongites clathratus Goldf., A.

Est aussi commune que l'espèce précédente, et se trouve dans les mêmes localités.

— *lamellosus* Goldf., A. (C.)

Supt et Andelot, où on le trouve formant des plaques assez étendues.

— *striatus* Goldf., A. (R.)

J'en ai recueilli deux exemplaires à Chappois.

— *cylindratus* Goldf., A. (R.)

Chappois et le Vaudioux.

— *articulatus* Goldf., A. (T. R.)

M. Germain en a rencontré un exemplaire à Supt.

Cnemidium Goldfusii Quenst., A. (C.)

Supt, Andelot et Chappois.

— *stellatum* Goldf., A. (R.)

Andelot.

Tragos patella Goldf., A. (R.)

Supt et Andelot.

— *acetabulum* Goldf., A. (T. R.)

Je l'ai rencontré une seule fois à Supt.

APPENDICE.

Fragments d'*Aptychus*, autrefois *Tellinites problematicus*, Schl. M. o. Environs de Salins.

Coupe de l'étage oxfordien.

La coupe type de l'oxfordien est prise à un kilomètre nord du village d'Andelot, près de la ferme isolée connue sous le nom de Grange-des-Viousses. La plaine qui avoisine cette grange est entièrement formée de fer sous-oxfordien, dont l'exploitation a pendant longtemps alimenté le haut-fourneau de Moutaine, près de Salins. A 50 mètres à l'ouest d'une petite maison qui servait de lavoir pour le minerai de fer, on trouve une espèce d'entonnoir avec une source au fond : c'est cet endroit que je prends pour point de départ de ma coupe.

Au fond de l'entonnoir se trouvent d'épaisses assises de calcaire compacte, oolitique, par couches de 1 mètre à 50 centimètres, appartenant au Cornbrash.

1° L'étage oxfordien commence par des couches minces de marnes sableuses, bleuâtres, avec des grès schisteux, renfermant des empreintes de végétaux. 0m,40

2° Calcaire sableux, jaunâtre, avec taches bleuâtres, renfermant une grande quantité de débris de *Pecten*, Limes et Térébratules . . . . 1 ,00

3° Calcaires marneux et marnes jaunâtres, quelquefois gris bleuâtre, renfermant une très grande quantité d'oolites cannabines et miliaires de fer hydraté, avec de nombreux fossiles, tels que Ammonites (*A. coronatus*, *anceps*, *triplicatus*, etc.), Térébratules, *Trochus*, etc. 3 ,00

4° La plaine des Viousses est entièrement couverte de ce minerai de fer; en sortant de l'entonnoir et s'avançant à l'est pour atteindre la route de Censeau, auprès des maisons du bord de la forêt de la Joux, on rencontre, aussitôt que l'on s'est élevé de quelques décimètres au-dessus de la plaine, les premières couches de marnes oxfordiennes. De nombreux ravins permettent de recueillir une grande quantité de fossiles, tous à l'état pyriteux; les plus caractéristiques sont: *Belemnites hastatus; Ammonites annularis*, *hecticus*, *dentatus*, *Lamberti*, etc.; *Terebratula biplicata mediojurensis*, *Thurmanni*, *impressa; Pentacrinus pentagonalis*, etc. 15 ,00

5° Calcaires marneux, bleu grisâtre, interposés par nombreuses assises entre les couches de marnes, et renfermant des fossiles non pyriteux, à l'état de moules calcaréo-marneux. Les Térébratules sont surtout très abondantes et forment souvent lumachelle. On remarque qu'à mesure que l'on s'élève les assises calcaires deviennent beaucoup plus fréquentes et finissent même par prédominer. Les fossiles les plus caractéristiques sont: *Terebratula insignis* et *globata*, *Pecten fibrosus*, *Gryphæa dilatata*, etc. Si l'on se dirige un peu à droite du côté d'Andelot, on rencontre l'extrémité des nappes des polypiers spongiaires . . . . 20 ,00

6° Les maisons du bord de la forêt sont situées sur ces marnes et ces calcaires argoviens à *Gryphæa dilatata* et *Pholadomya cardissoides*. Si l'on continue à s'avancer du côté de la forêt de sapins, on rencontre des couches de grès schisteux placées entre les assises marneuses, et enfin l'on trouve à l'entrée de la forêt les premières couches coralliennes. . . . 10 ,00

Hauteur totale. . . . 49m,40

Technologie.—Le fer oolitique sous-oxfordien est exploité pour plusieurs hauts-fourneaux du département du Jura. En le mélangeant avec l'oolite ferrugineuse et la limonite néocomienne on obtient d'excellent fer. Quant aux marnes, on ne s'en sert que pour l'amendement des terres et pour la fabrication de la tuile, les pyrites et le bois carbonisé étant en trop petite quantité pour permettre des exploitations lucratives. Les calcaires marneux de l'argovien sont employés avec avantage dans la fabrication de la chaux hydraulique.

Étage oolitique supérieur.

Limites et divisions. — Je commence, ainsi que je l'ai dit précédemment, l'étage oolitique supérieur par le corallien, dont la partie inférieure présente dans les régions littorales un grand nombre de sphérites appelées chailles. Cet étage de formation exclusivement calcaire dans les régions pélagiques présente quelques accidents de formation vaso-marneuse le long des rivages juras-

siques du Schwarzwald et des Vosges; mais, ainsi que je l'ai dit, on ne peut regarder ces dépôts comme des étages distincts, car ils n'existent que sur des espaces très restreints et sont peu développés; de sorte que je les regarde comme des accidents vaso-marneux enclavés dans la grande formation calcaire oolitique supérieure.

Les êtres organisés qui ont peuplé la mer jurassique, lors des dépôts de cet étage, se divisent en deux séries bien distinctes: la première peut être regardée comme le règne des zoophytes: c'est la période corallienne; la seconde présente le règne des mollusques acéphales et gastéropodes: c'est la période kimméridienne. Ces deux séries ne se sont pas développées brusquement, mais sont liées entre elles par une période de transition qui renferme encore un assez grand nombre de zoophytes, et dans laquelle on commence à voir apparaître les différents genres et espèces d'acéphales qui règnent pendant la période kimméridienne. Le dépôt qui sert ainsi de transition entre les êtres organisés de ces deux périodes est généralement connu sous le nom de *marnes et calcaires à Astartes* (1) ou groupe *séquanien.*

La série des couches qui composent l'étage oolitique supérieur présente dans les régions du Jura salinois, bisontin, bernois et de la Haute-Saône, quatre alternances successives qui ont entre elles les plus grands rapports pétrographiques et paléontologiques, ce qui probablement a été cause que pendant longtemps on a confondu plusieurs d'entre elles, et ce n'est que dans ces dernières années que l'on a enfin fixé définitivement les différents groupes, en faisant connaître les caractères qui sont propres à chacun d'eux. Voici l'ordre dans lequel ils se présentent; d'abord le groupe corallien, dont la partie inférieure, appelée *calcaire corallien*, présente d'épaisses assises de calcaire siliceux, avec interposition, surtout dans les premières couches en contact avec le groupe argovien, de marnes plus ou moins sableuses, suivant que les Cidarides et les crinoïdes y sont ou non abondants; à la partie supérieure, ces calcaires deviennent très compactes, la silice diminue et finit même par disparaître entièrement, et alors ils prennent ordinairement une texture oolitique qui a fait distinguer cette partie supérieure du groupe sous le nom d'*oolite corallienne.* Au-dessus, viennent des marnes gris-blanchâtre, rarement jaunes ou bleuâtres, alternant avec des assises assez minces de calcaire très compacte, blanc grisâtre, ce qui constitue les *marnes séquaniennes.* Ces marnes sont ensuite remplacées par un développement considérable d'assises de calcaire blanc grisâtre, très compacte, qui sont la continuation des assises calcaires enclavées dans les marnes, et qui composent ce que j'appelle

(1) J'ai changé ce nom en celui de groupe séquanien, parce qu'il est très développé et qu'on le rencontre surtout dans la partie du Jura qui formait l'ancienne Séquanie. M. Thurmann emploie ce nom de séquanien depuis plusieurs années, et je l'ai adopté d'autant plus volontiers que les Astartes, quoique très caractéristiques, ne se trouvent que dans une seule couche, et sont par conséquent souvent rendues invisibles par la végétation.

le *calcaire séquanien.* Des marnes grises, tout à fait semblables aux précédentes, reposent sur les calcaires séquaniens et constituent la base du groupe *kimméridien* ou du *Banné*, groupe dont la partie supérieure est aussi composée d'assises puissantes de calcaire blanc-grisâtre. Enfin le groupe *portlandien* présente dans les couches qui le constituent la même disposition et la même composition que le groupe kimméridien.

Ainsi limités, les quatre groupes qui composent l'étage oolitique supérieur ont la plus grande analogie sous le rapport pétrographique. Je dirai même que le plus souvent il existe une véritable identité entre les différentes couches de ces groupes et qu'il devient tout à fait impossible de les distinguer au faciès des roches. Cependant, après une étude très approfondie d'une localité comprenant 3 ou 4 lieues carrées, on finit par trouver aux roches des caractères souvent indéfinissables, mais qui permettent de distinguer auquel des quatre groupes elles appartiennent, sans avoir recours aux moyens stratigraphiques ou paléontologiques. Ces difficultés des caractères pétrographiques, jointes à de nombreuses failles qui ont souvent placé cet étage dans des positions tout à fait anormales, et de plus la parfaite ressemblance des fossiles (1), surtout dans les trois derniers groupes, où on ne les rencontre un peu abondamment que dans les minces couches de marnes, ont fait que les distinctions qui existent dans ces groupes ont échappé, jusque dans ces dernières années, aux recherches des géologues qui ont étudié les Monts-Jura. M. Parandier, ingénieur des ponts-et-chaussées à Besançon, est le premier qui ait reconnu ces différents groupes et les ait classés dans leur véritable ordre chronologique. Quelques années après, j'ai retrouvé, dans les environs de Salins, les mêmes groupes que ceux établis par M. Parandier dans le département du Doubs, et M. Thurmann en même temps les constatait dans le Jura bernois. Depuis, j'ai reconnu ces divers groupes dans les départements de la Haute-Saône (2) (Gray, Gy, etc.), et du Haut-Rhin (Rœdersdorf, Fe-

(1) M. Thurmann vient de faire, dans le courant de l'été de 1847, des recherches très minutieuses, et qui sont du plus haut intérêt, sur les quatre groupes de l'étage oolitique supérieur des environs de Porrentruy. Il a constaté dans chacun d'eux des stations coralligènes, ayant les plus grandes ressemblances et composées d'espèces qui souvent passent d'un groupe à l'autre, mais dont l'ensemble et la réunion dans les divers groupes est toujours différent. Les acéphales et surtout les gastéropodes présentent aussi plusieurs espèces qui passent d'un groupe dans un autre. Il faut dire cependant que la masse des espèces n'y passe pas, et que le nombre de celles qui y passent pourra être diminué d'une manière assez notable par une discussion plus approfondie des caractères spécifiques. Les résultats auxquels est parvenu M. Thurmann n'en sont pas moins très remarquables, en ce qu'ils constatent pour un même point des passages d'espèces d'un groupe dans un autre, résultats auxquels je n'étais encore arrivé que pour des pays plus ou moins éloignés. Les recherches de M. Thurmann seront publiées très prochainement, et montreront beaucoup mieux que je ne puis le faire les dangers auxquels on s'expose lorsqu'on s'appuie uniquement sur les caractères paléontologiques.

(2) Voir ma *Réponse à une note de M. Ern. Royer, sur la non-existence des groupes portlandien et kimméridien dans les Monts-Jura* (*Bulletin de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. IV, p. 121).

rette, etc.), et M. Ern. Royer les a très bien décrits dans le département de la Haute-Marne (1). Le département de l'Ain et les hautes sommités du Jura ne présentent pas ces différentes subdivisions. L'étage oolitique supérieur y est formé d'un très grand nombre de couches d'un calcaire très compacte, gris-blanchâtre, tout à fait semblable, du reste, aux calcaires qui constituent cet étage dans les environs de Salins et de Porrentruy. Cependant il serait possible que l'on constatât, sur plusieurs points de ces régions entièrement calcaires, les subdivisions établies précédemment, notamment dans le pays compris entre Saint-Claude, Orgelet et Saint-Rambert; mais jusqu'à présent je n'ai pu encore découvrir un seul de ces points.

Ainsi que je l'ai dit précédemment, les zoophytes, les acéphales et les gastéropodes sont très développés dans cet étage. Les zoophytes se trouvent surtout dans le groupe corallien, où ils forment de vastes nappes de polypiers pierreux qui s'étendent sur presque tous les points où ce groupe se trouve à découvert, excepté toutefois dans les régions pélagiques. Un assez grand nombre de polypiers du corallien passent dans le groupe séquanien, et plusieurs même, dans les environs de Porrentruy, se trouvent jusque dans les calcaires du groupe portlandien. Les acéphales, qui sont très nombreux dans les marnes kimméridiennes, ont plusieurs de leurs espèces qui passent dans le groupe séquanien ou dans le groupe portlandien; il en est de même de plusieurs gastéropodes, surtout des Nérinées qui passent depuis l'oolite corallienne jusqu'au calcaire portlandien; mais c'est dans le groupe séquanien que le nombre des espèces qui passent est le plus considérable. Comme tous les groupes de l'étage oolitique supérieur, surtout les trois derniers, ont les plus grands rapports pétrographiques, on voit d'après ce qui précède qu'on peut en tirer la conséquence suivante, savoir, que dans un même étage, lorsqu'il y a passage pétrographique, il y a aussi passage paléontologique.

Les gastéropodes, les acéphales et les échinides de cette partie supérieure du terrain jurassique ont des formes et appartiennent à des genres qui se trouvent parmi ceux que l'on rencontre dans le terrain crétacé ou qui en sont voisins, de sorte qu'il existe beaucoup moins de différences entre les êtres organisés du néocomien et ceux de l'étage oolitique supérieur qu'entre ceux du keuper et ceux du lias. D'un autre côté, la pétrographie vient aussi à l'appui de la paléontologie, car les calcaires néocomiens ont souvent les plus grandes ressemblances avec ceux du portlandien et leur sont même quelquefois identiques, tandis qu'il n'y a aucune analogie entre les roches du keuper et celles du lias, ce qui semble indiquer que les phénomènes géologiques ont montré moins d'énergie dans leurs productions, pour le passage de la période jurassique à la période crétacée, que pour celui de la période triasique à celle du Jura.

(1) Voir *Note sur les terrains jurassiques supérieurs et moyens de la Haute-Marne*, par M. Ern. Royer (*Bulletin de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. II, p. 705).

D'après les observations précédentes, on voit que je renferme dans un seul étage les groupes corallien et portlandien, réunis par les groupes de transition du séquanien et du kimméridien, et que je commence l'étage oolitique supérieur à l'apparition des polypiers, crinoïdes et Cidarides, qui appartiennent au groupe corallien.

Distribution géographique.—Cet étage est le plus répandu de tous les étages jurassiques et se montre dans toutes les chaînes des Monts-Jura; quelquefois même il les compose entièrement; ainsi la chaîne de la Dôle, et une partie de celle du Colombier, du crêt de la Neige et du Reculet, ne montrent pas d'autres étages à découvert, quoique cependant ces montagnes soient les plus élevées du Jura. Les différents faciès pétrographiques et paléontologiques sont assez régulièrement distribués et dessinent distinctement le Jura en trois régions: la région littorale corallienne dont la limite méridionale s'étend de Besançon à Saint-Hippolyte, Delémont et Aarau; cependant, dans la région sub-pélagique, comme aux environs de Salins, on trouve encore quelques bas-fonds sur lesquels se sont développés des bancs coralligènes; enfin, dans la région tout à fait pélagique, comme aux environs des Rousses, Saint-Claude, etc., on ne trouve plus que quelques polypiers roulés et usés par le charriage des courants. Les groupes séquanien, kimméridien et portlandien, se trouvent dans les deux premières zones établies pour le corallien; il faut en excepter toutefois le canton de Bâle, dans lequel les dernières assises jurassiques appartiennent à la partie supérieure du corallien, et les cantons d'Argovie, de Schaffouse et de Soleure, où ces divers groupes se confondent tous dans une même masse de couches de calcaires blanc-grisâtre, sans interposition d'assises marneuses, ainsi que cela arrive dans les régions pélagiques de la Dôle et du Reculet, où l'on ne peut non plus constater aucune subdivision en groupes ou sous-groupes.

Groupe corallien. .	(*a*) Calcaire corallien.
	(*b*) Oolite corallienne.

Caractères généraux. — Calcaires blanchâtres, quelquefois gris-bleuâtre, compactes, sub-fissiles aux approches de l'argovien, bréchiformes, très oolitiques dans la partie supérieure, renfermant une grande quantité de fossiles le plus souvent triturés et par fragments (polypiers, échinides, crinoïdes, Peignes et Nérinées).

SYNONYMIE.

Angleterre. ***Middle-oolitic-system. Coralrag*** et ***coralline oolite.*** Phillips.
Allemagne. ***Korallenkalk; Jurakalk*** (en partie); ***Coralrag.*** De Mandelsloh. ***Regelmæssig geschichte kalkbænke*** et ***Plumpe Felsenkalke,*** du ***Weisser Jura*** (δ) et (ε). Quenstedt.
France. ***Oolite de Mortagne*** ou ***de Lisieux.*** Desnoyers. ***Coralrag,*** de la plupart des géologues français. Partie supérieure de l'***étage moyen.*** Dufrénoy et Élie de Beaumont.

Les Monts-Jura.

Canton de Bâle. ***Jüngerer Jurakalk,*** ou ***Korallenkalk.*** Mérian.
— d'Argovie. ***Quaderstein*** (en partie). Rengger.
— de Soleure. ***Terrain à chaille*** (en partie) et ***terrain corallien.*** Gressly.
— de Berne. ***Le terrain à chaille*** et ***le groupe corallien,*** moins ***le calcaire à Astartes.*** Thurmann.
— de Neuchâtel. ***Série compacte à Strombites et grosses oolites.*** De Buch.
Le Mont-Salève. ***Groupe corallien*** (1). Favre.
Département de la Haute-Saône. ***Sous-groupe des calcaires à Nérinées*** et partie de l'***argile avec chaille.*** Thirria.
— du Doubs. ***Groupe corallien de l'étage moyen.*** Boyé.

(*a*) Calcaire corallien.

Pétrographie et géognosie. — Dans la partie inférieure des régions littorales, on trouve des assises d'argiles sableuses, jaunâtres, avec rognons siliceux appelés *chailles ;* à mesure que l'on s'avance dans les parages sub-pélagiques, ces argiles avec chailles diminuent rapidementde puissance, les chailles deviennent calcaréo-marneuses, et elles finissent par disparaître complétement dans les régions pélagiques. Les calcaires coralliens sont, pour la plupart, compactes, peu homogènes, à pâte très fine, à cassure esquilleuse, sub-conchoïdale ; couleur grisâtre, souvent bleu-clair dans les parties où les polypiers abondent. Plusieurs couches de calcaires, formées de débris d'Entroques, sont liées par un ciment sub-crétacé, friable, à cassure matte et terreuse.

La structure en grand est disposée d'abord en bancs calcaires assez diffus, séparés par de minces couches marno-siliceuses, contournées, renfermant de grandes plaques d'*Agaricia.* Ces couches deviennent ensuite très régulières par assises de 0,30 à 0,60 centimètres. On y trouve en abondance des nids et des veines spathiques, des veinules d'oxyde de fer, et une grande quantité de silice passant quelquefois à la calcédoine.

Paléontologie. — Les fossiles sont très nombreux et présentent diverses associations très remarquables, suivant les localités. Dans les régions littorales et sub-pélagiques du Jura salinois et bisontin, on trouve de superbes bancs de coraux, présentant en profusion des polypiers de toutes sortes, appartenant à des espèces fixes, à axe calcaire massif ou branchu, tels que les Agaricies, les Astrées, les Anthophyllées, etc. Autour de ces bancs se trouvent des es-

(1) Voir l'excellente description des environs de Genève, donnée par M. Alphonse Favre, dans son beau mémoire intitulé : *Considérations géologiques sur le mont Salève et sur les terrains des environs de Genève ;* inséré dans le tome X des *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève ;* 1843.

pèces de nids renfermant une très grande quantité de Cidarides, de crinoïdes et des acéphales à fortes coquilles, tels que *Pecten*, *Lima*, dont les enveloppes sont couvertes de pointes et d'aspérités rugueuses. Les crinoïdes surtout ont acquis un développement des plus gigantesques; certaines espèces devaient former de véritables forêts sous-marines et se retrouvent encore à la place où elles ont vécu, les pieds cramponnés sur les roches calcaréo-marneuses, et leurs tiges droites lançant des rameaux de tous côtés. Les localités de la Grange-de-Vaire, près de Salins, et de la Vèze, près de Besançon, sont surtout très curieuses et présentent de magnifiques exemplaires de racines, de calices et de couronnes d'une dizaine d'espèces de crinoïdes.

Les dépôts sub-pélagiques, qui sont ceux que l'on rencontre le plus fréquemment dans le Jura salinois, surtout du côté de Champagnole, ne présentent que quelques crinoïdes assez rares et rabougris, ou bien usés par les charriages, ainsi que des débris de Cidarides, tels que piquants et fragments de test; les polypiers que l'on y rencontre ont aussi été amenés par les courants; de sorte qu'il est très rare de trouver dans ces régions des fossiles assez bien conservés pour permettre des déterminations exactes. (Je renvoie, pour plus de détails, non seulement pour cette subdivision, mais encore pour les groupes suivants de l'étage oolitique supérieur, à l'excellent mémoire de M. Gressly sur la *géologie du Jura soleurois*, où l'on trouvera toutes les observations paléontologiques que l'on peut faire sur cet étage.) Les espèces les plus caractéristiques et que l'on rencontre en si grande abondance à Besançon, à Porrentruy et à Bâle, sont: *Ostrea rostellaris; Terebratula lagenalis; Hemicidaris crenularis; Cidaris Blumenbachii*, *coronata* et *propinqua; Echinus perlatus; Glypticus hieroglyphicus; Apiocrinus rotundus; Millericrinus rosaceus*, *Beaumontii* et *echinatus; Pentacrinus scalaris; Agaricia fallax*, *confusa* et *concinna; Anthophyllum variabile; Scyphia amicorum;* etc.

(*b*) Oolite corallienne.

Pétrographie et géognosie. — Calcaires compactes à pâte très fine, renfermant souvent de nombreuses oolites cannabines et miliaires; cassure sub-conchoïdale, raboteuse, souvent lisse; couleur gris-jaunâtre, quelquefois violâtre. Le passage du calcaire corallien à l'oolite corallienne se fait par des calcaires compactes, grisâtres, à cassure très lisse et conchoïdale, dont la pâte très fine agglomère des oolites d'abord miliaires, assez rares, puis ensuite très nombreuses et devenant piscines et cannabines, généralement de grosseur très égale dans les différentes assises. La stratification est très régulière par assises de calcaires de 40 à 80 centimètres.

Paléontologie. — Les fossiles sont très rares et tellement triturés, qu'ils sont méconnaissables; on n'y rencontre guère que des piquants de Cidarides. Cependant, dans une des assises supérieures, on rencontre assez souvent une

très grande quantité de Nérinées, appartenant à la *Nerinea bruntrutana*, Thurm. Ce fossile, quoique très caractéristique, n'est pas régulièrement répandu dans les chaînes des Monts-Jura et manque même très souvent dans le Jura soleurois, bisontin et salinois; on ne le trouve avec assez de constance que dans la Haute-Saône, aux environs de Porrentruy et de Salins. C'est pour ce motif que j'ai supprimé cette subdivision du *calcaire à Nérinées*, dont la pétrographie est d'ailleurs complétement identique avec les autres divisions coralliennes, pour la regarder seulement comme un accident local assez restreint, et qui pourrait même conduire à des erreurs, par suite du grand nombre de Nérinées que l'on rencontre dans les groupes séquanien, kimméridien et portlandien, et dont les espèces sont souvent fort difficiles à distinguer.

Groupe séquanien. . { (*a*) Marnes séquaniennes.
(*b*) Calcaires séquaniens.

Caractères généraux. — Marnes sableuses, grises, blanchâtres, et calcaires compactes, à cassures conchoïdales, de couleur gris clair avec accidents rosâtres, quelquefois avec de grosses oolites, et alors il est bréchiforme et coralligène.

SYNONYMIE.
Angleterre. Le groupe séquanien n'a encore été synchronisé avec aucune assise de ce pays.
Allemagne. Doit correspondre à la partie supérieure du *Plumpe felsenkalke* et à la couche de Nattheim (Wurtemberg).
France. *Calcaire à Astartes* (Haute-Marne). E. Royer. En général, on confond ce groupe avec la partie supérieure du corallien.
LES MONTS-JURA.
Cantons de Soleure et d'Argovie. *Faciès corallien* (b); *faciès des marnes à Astartes*, et *faciès de charriage*? (c) du *terrain portlandien.* Gressly.
— de Berne. *Calcaire à Astartes.* Thurmann.
Le Mont-Salève. *Assise inférieure* (a) *du groupe portlandien.* Favre.
Département de la Haute-Saône. *Sous-groupe des calcaires à Astartes.* Thirria.
— du Doubs. *Groupe des calcaires et marnes à Astartes* de l'étage moyen. Boyé.

(*a*) Marnes séquaniennes.

Pétrographie et géognosie. — Marnes sableuses, blanchâtres, très effervescentes; par assises variant de 10 centimètres à un mètre, avec interposition de couches en plaquettes de calcaires marno-compactes, à pâte très fine, ainsi que des grès schisteux. Ces calcaires et ces grès sont souvent imprégnés de petits filons d'oxyde de fer, s'étendant en tous sens et formant quelquefois comme un placage ferrugineux. On rencontre aussi assez souvent des espèces de tiges de même nature que la roche, se divisant en nombreux rameaux dichotomiques qui semblent indiquer des débris de végétaux. Les plaquettes de calcaires et de grès renferment, dans plusieurs couches, de nombreuses empreintes d'*Astarte minima* et de petites Turritelles.

Paléontologie. — Les fossiles sont très nombreux dans le Jura salinois et

bisontin; ils forment souvent lumachelle dans plusieurs assises et sont assez bien conservés. Ils ne sont pas mélangés dans la même couche et se présentent dans les diverses assises marneuses, de la manière suivante : à la partie inférieure, on rencontre les *Melania striata, Trigonia suprajurensis*, *Lucina Elsgaudiœ*, *Mytilus jurensis*, *Natica macrostoma*, etc.; puis viennent l'*Astarte minima*, les *Ostrea sandalina* et *sequana ;* enfin, dans les dernières assises, on trouve l'*Ostrea bruntrutana*, *Apiocrinus Meriani*, *Terebratula alata? Mytilus pectinatus*, *Corimya inflata*, *Cidaris baculifera*, *Pentacrinus*, etc. Plusieurs de ces espèces passent dans le kimméridien et même dans le portlandien ; ainsi la *Trigonia suprajurensis*, la *Lucina Elsgaudiœ* et le *Mytilus jurensis*. Mais les espèces que l'on peut regarder comme caractéristiques et qui ne passent pas dans un autre groupe, du moins d'après les observations que l'on a faites jusqu'à présent, sont : *Astarte minima*, *Ostrea sequana*, *Apiocrinus Meriani* et *Cidaris baculifera*. Les fossiles que l'on trouve dans ce groupe sont assez bien conservés ; les gastéropodes et les acéphales sont à l'état de moules et les échinides ont passé à un état siliceux, comme cela a habituellement lieu pour cette classe de radiaires.

(*b*) Calcaires séquaniens.

Pétrographie et géognosie. — Calcaire compacte, à cassure conchoïde, écailleuse ou lisse, à pâte très fine, avec nombreux accidents de nids et veines spathiques; structure en petites masses, souvent sub-schisteuses, renfermant quelquefois de grosses oolites; couleur rosâtre ou grise, avec nombreuses taches jaunâtres. Quelquefois les oolites sont empâtées dans une grande quantité de silice et de carbonate de chaux à l'état cristallin, ce qui donne au calcaire un aspect sub-crayeux; il est alors connu, dans les environs de Salins, sous le nom vulgaire de *pierre blanche*. Il arrive assez souvent que des assises aient une structure bréchiforme, qui indique un dépôt de charriage ; cette manière d'être des calcaires de l'étage oolitique supérieur se montre dans tous les groupes et surtout dans les régions littorales et sub-pélagiques. On y rencontre aussi assez fréquemment de nombreuses empreintes dendritiques.

Paléontologie. — Le Jura salinois présente plusieurs bancs de polypiers appartenant aux genres Astrée et Lithodendron ; ces derniers surtout forment d'immenses récifs, présentant comme de nombreuses tiges qui seraient plantées perpendiculairement aux strates. Les débris de *Cidaris* et de *Diadema* sont aussi assez fréquents, ainsi que des Apiocrines et des Pentacrines ; mais ils sont généralement très mal conservés. La présence dans ces calcaires d'une grande quantité de polypiers, dont plusieurs se trouvent dans le corallien, ainsi que le commencement de l'apparition des acéphales, dont la plus grande partie existe encore dans le kimméridien, m'ont fait considérer ce groupe comme pouvant servir de période de transition pour les êtres organisés entre le corallien et le kimméridien.

Groupe kimméridien. . { (*a*) Marnes kimméridiennes.
(*b*) Calcaires kimméridiens.

Caractères généraux. — Marnes sableuses, grises, jaunâtres, et calcaires compactes, à cassure conchoïde, souvent bréchiformes, de couleur blanchâtre avec nombreuses taches rougeâtres.

SYNONYMIE.

Angleterre. *Kimmeridge-clay.* Phillips.

Allemagne. *Blaue petrefaktenarme Thone* et *Krebsscheerenkalkplatten* (*Solenhoferschiefer*). Quenstedt.

France. *Argiles de Kimmeridge, argiles de Honfleur.* Dufrénoy et Élie de Beaumont. *Assise kimméridienne* (Yonne). Cotteau. *Division* (c) *du terrain portlandien et* (B) *des marnes kimméridiennes* (Haute-Marne). Ern. Royer.

LES MONTS-JURA.

Canton de Soleure. *Faciès littoral vaseux à Exogyres et à Ptérocères* (a) *du terrain portlandien.* Gressly.

— de Berne. *Groupe portlandien*, ou *marnes et calcaires du Banné.* Thurmann.

— de Neuchâtel. *Parties des couches supérieures adossées.* De Buch.

Le Mont-Salève. *Assise moyenne* (b) *du groupe portlandien.* Favre.

Département de la Haute-Saône. *Calcaires et marnes à Exogyres*, ou *étage supérieur* (en partie). Thirria.

— du Doubs. *Calcaires et marnes à Ptérocères.* Boyé.

(*a*) Marnes kimméridiennes ou du Banné.

Pétrographie et géognosie. — Ces marnes ressemblent beaucoup aux marnes séquaniennes ; seulement elles sont un peu plus sableuses et terreuses, et ont une puissance bien moins grande. Elles ne présentent pas non plus des nids et des plaquettes ferrugineux comme dans le séquanien.

Paléontologie. — Le Jura salinois n'offre que le faciès pélagique et de charriage ; aucun des fossiles que l'on y rencontre n'a vécu en place ; ils sont tous pêle-mêle, le plus souvent tellement usés, qu'ils sont méconnaissables ; ceux qui ont conservé leurs tests ont les valves disjointes et souvent triturées. Dans le Haut-Jura, comme aux environs de Morey, Champagnole et Nozeroy, ces marnes n'existent pas ; seulement on trouve à leur place un calcaire un peu marneux qui renferme quelques fossiles assez mal conservés, les uns appartenant à des espèces pélagiques, et le plus grand nombre provenant des charriages. A mesure que l'on s'approche de Salins, ces calcaires marneux font place insensiblement à une mince couche marneuse, très sableuse, renfermant quelques *Pterocerus oceani* et *Ostrea solitaria*, très usés, souvent cassés et assez rares. En s'avançant vers Besançon, les fossiles sont plus nombreux et mieux conservés, mais ils sont en général distribués sans ordre et ont les angles arrondis, ce qui indique presque toujours un dépôt de charriage ; cependant on trouve dans le Jura bisontin plusieurs localités qui présentent des fossiles en place, assez bien conservés, et qui rappellent les beaux bancs littoraux des environs de Porrentruy. Mais ce n'est qu'aux environs de Pont-de-Roide que l'on trouve les fossiles en place ; ils s'y montrent par familles

de 30 à 50 individus de la même espèce, et occupent encore, la plupart, la position qu'ils avaient pendant leur existence. Enfin, lorsqu'on arrive à Porrentruy et à Lauffen, on trouve la faune kimméridienne dans tout son développement, et les localités du Banné et de Cœuve sont devenues classiques pour l'étude de ce faciès littoral vaseux du kimméridien.

Les fossiles que l'on trouve dans les environs de Salins sont peu nombreux et dans un assez mauvais état de conservation, ainsi que je l'ai dit précédemment; les plus caractéristiques sont: *Pterocerus oceani*, *Ostrea solitaria*, *Mytilus jurensis*, *Ceromya excentrica*, *Pholadomya Protei*, etc.

(*b*) Calcaires kimméridiens ou du Banné.

Pétrographie et paléontologie. — Ces calcaires sont complétement analogues à ceux du séquanien, et l'on ne pourrait les distinguer, si l'on n'avait à sa disposition l'ordre de superposition des assises. Les fossiles sont très rares, et ne présentent, dans les environs de Salins, que quelques Nérinées et Mélanies, ainsi que des piquants de Cidarides. A Porrentruy, on trouve, sur plusieurs points, des nappes de coraux assez étendues, et présentant les plus grandes analogies avec les stations coralligènes du séquanien et du corallien.

Ces calcaires sont aussi très développés dans les environs de Gray (Haute-Saône), et principalement à Chargey-les-Gray, où l'on trouve une assez grande quantité de fossiles répandus soit dans de minces assises de marnes, soit dans les couches calcaires.

Groupe portlandien. . { (*a*) Marnes portlandiennes. (*b*) Calcaires portlandiens.

Caractères généraux. — Marnes grises, un peu jaunâtres, avec *Exogyra virgula*; et calcaires compactes, gris-blanchâtre, tout à fait semblables aux calcaires kimméridiens et séquaniens.

SYNONYMIE. {
Angleterre. *Portland stone.*
Allemagne. *Calcaire portlandien d'Einsingen, près d'Ulm* (1). De Mandelsloh.
France. *Calcaire de Portland.* Dufrénoy et Élie de Beaumont. *Calcaires et marnes à Exogyres virgules*, d'un grand nombre de géologues français. *Assise portlandienne.* (Yonne). Cotteau. *Divisions* (a) et (b) *du terrain portlandien.* (Haute-Marne). Ern. Royer.

(1) Je rapporte avec beaucoup de doute cette couche d'Einsingen au véritable portlandien, car je n'ai pu, jusqu'à présent, reconnaître d'une manière certaine le groupe portlandien en Wurtemberg.

SYNONYMIE. Les Monts-Jura.

Canton de Soleure. *Faciès* (a) *avec Exogyra virgula; faciès* (d) *à polypiers spongieux et du calcaire à Tortues de Soleure, et faciès* (e) *pélagique du terrain portlandien.* Gressly.
— de Berne. *Marnes et calcaires de Courtedoux* (1). Thurmann.
— de Neuchâtel. *Calcaire portlandien* (2). Nicolet.
Le Mont-Salève. *Assise supérieure* (c) *du groupe portlandien.* Favre.
Département de la Haute-Saône. *Dernières assises de l'étage supérieur.* Thirria.
— du Doubs. *Calcaires et marnes à Exogyres, calcaires compactes supérieurs.* Boyé.

(a) Marnes portlandiennes.

Pétrographie et paléontologie. — Marnes jaunâtres, grises, avec taches blanchâtres, renfermant quelques assises marno-calcaires. Les seuls fossiles que l'on rencontre dans le Jura salinois sont: *Exogyra virgula*, *Trigonia concentrica*, quelques *Pectens*, et très rarement des dents de poisson. Les environs de Besançon, et surtout ceux de Porrentruy, présentent dans ces marnes un bien plus grand nombre de fossiles, dont la plupart ont beaucoup d'analogies avec ceux du kimméridien.

(b) Calcaires portlandiens.

Pétrographie et paléontologie. — Calcaires complétement identiques avec les précédents des groupes kimméridien et séquanien; seulement quelquefois à la partie supérieure les dernières couches sont formées d'un calcaire un peu dolomitique. Plusieurs assises présentent, dans le Haut-Jura et aux environs de Salins, un grand nombre de Nérinées appartenant à plusieurs espèces différentes; ordinairement ce sont des espèces de grande taille, ainsi que quelques gros *Turbo* et *Trochus.* Cet ensemble de gros gastéropodes semble caractériser les stations subpélagiques et pélagiques de ce groupe, car ils sont beaucoup moins nombreux aux environs de Besançon et de Porrentruy, tandis qu'à Salins, aux Rousses, à Morey, à Saint-Laurent et dans les environs de Nozeroy, on en rencontre un si grand nombre, qu'ils forment souvent lumachelle dans les assises calcaires.

Résumé. — L'étage oolitique supérieur, dans le Jura salinois, se compose donc de quatre groupes, savoir : le groupe corallien, qui peut être regardé comme le règne des zoophytes jurassiques; le groupe séquanien, dont la faune présente

(1) Dans son mémoire sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy, M. Thurmann a rapporté, à tort, les marnes et calcaires du Banné au groupe portlandien, tandis qu'ils appartiennent au kimméridien; mais, depuis, de nouvelles recherches ont conduit M. Thurmann à reconnaître le véritable portlandien sur plusieurs points des environs de Porrentruy, et notamment au coin du bois près de Courtedoux, et à Alle. M. Gressly, guidé par sa théorie des différents faciès que peut présenter une couche si on la suit horizontalement, a confondu le séquanien, le kimméridien et le portlandien dans un même groupe, tout en établissant dans ce même groupe des faciès différents, qui ne sont autres que les groupes que je viens de citer (Voir ma *Réponse à une note de M. Ern. Royer*, etc. (*Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. IV, p. 123; 1846).

(2) Voir *Essai sur la constitution géologique de la vallée de la Chaux-de-Fonds*, par Nicolet (*Mém. de la Soc. des sciences naturelles de Neuchâtel*, t. II; 1839).

la transition entre le règne des zoophytes et celui des acéphales; le groupe kimméridien, qui offre le plus grand développement des acéphales; enfin le groupe portlandien, que l'on peut regarder comme présentant le règne des gastéropodes qui ont vécu dans la mer actuellement occupée par les Monts-Jura. Mais, ainsi que je l'ai dit précédemment, ces quatre groupes, très distincts dans le Jura salinois, se confondent et ne présentent plus qu'une immense série d'assises, de calcaires compactes, sans interpositions de marnes, dans les hautes sommités du Jura, qui s'étendent des Rousses à la perte du Rhône.

FOSSILES DE L'ÉTAGE OOLITIQUE SUPÉRIEUR.

GROUPE CORALLIEN.

ANNÉLIDES.

Serpula gordialis Goldf. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

— *flaccida* Phill. (C.)

La Grange-de-Vaivre et Pagnoz, près de Salins.

— *grandis* Goldf. (C.)

La Grange-de-Vaivre et Vaulgrenans, près de Salins.

— *convoluta* Goldf. (R.)

Vaulgrenans, près de Salins.

— *ilium* Goldf. (R.)

La Grange-de-Vaivre.

CÉPHALOPODES.

J'ai recueilli un seul fragment de Bélemnites à Vaulgrenans.

GASTÉROPODES.

Nerinea bruntrutana Thurm. (T. N.)

Se trouve en abondance dans l'oolite corallienne, aux Arsures et à Pagnoz, près de Salins.

ACÉPHALES.

Ostrea eduliformis Ziet. (R.)

La Chapelle et le Mont-Oiseau, près de Clucy.

— *eduliformis*, var. *explanata* Goldf. (C.)

Pagnoz, La Grange-de-Vaivre et La Chapelle, près de Salins; Brillat, près d'Orgelet.

Ostrea rostellaris Goldf. (C.)

Poupet, Éternoz, la Grange-de-Vaivre et Brillat.

— *colubrina* Lamk. (C.)

Environs de Salins et de Besançon. Cette espèce et la précédente remplacent, dans les Monts-Jura, les *O. gregarea* et *palmetta*, que l'on trouve au même niveau en Angleterre et en Normandie, et qui ont les plus grandes analogies de formes avec celles-ci.

Gryphæa gigantea Sow. (T. R.)

Pagnoz et la Grange-de-Vaivre.

Diceras arietina (1) Lamk.

Pagnoz où il est très rare.

(1) Cette espèce, assez rare dans le Jura salinois et bisontin, se trouve plus abondamment à Porrentruy et à Delémont; mais elle manque complétement dans le Jura de l'Albe wurtembergeoise. Les localités où on la rencontre le plus abondamment sont Saint-Mihiel et dans la Côte-d'Or, notamment à Châtel-Censoir (Yonne). Le Mont-Salève, près de Genève, en présente aussi un assez grand nombre, ainsi qu'une autre espèce que M. Favre désigne sous le nom de *Diceras Lucii* (Voir *Observations sur les Diceras*, par Alph. Favre, tome X, des Mém. de la Soc. de Phys. et d'hist. nat. de Genève, 1843). M. Favre, dans ce mémoire, dit, page 25 « qu'il est porté à croire que les véritables *Diceras* ne se trouvent que dans le coral-rag »; j'en ai trouvé une espèce nouvelle dans la couche à limonite du néocomien inférieur, couche qui, ainsi qu'on le verra plus loin dans la description du terrain néocomien, présente une faune des plus remarquables.

Pecten vimineus Goldf. (C.)

La Grange-de-Vaivre et Vaulgrenans.

— *Verdati* Thurm. (C.)

Pagnoz, les Arsures et Brillat.

— *ingens* Thurm. (C.)

Poupet et la Grange-de-Vaivre.

Lima et *Plagiostoma* inédits.

Plusieurs espèces trouvées à la Grange-de-Vaivre.

Terebratula lagenalis Schl. (C.)

Environs de Salins.

— *decorata* Schl. (T. R.)

La Grange-de-Vaivre.

Pinna crassitesta Thurm. (R.)

Poupet et Pagnoz.

Gervillia aviculoides (1) Sow. (T. R.)

J'en ai recueilli un exemplaire à la Grange-de-Vaivre et à Brillat.

Arca ringens Thurm. (R.)

Je n'ai rencontré cette espèce qu'à Vaulgrenans, près de Salins, où on la trouve en compagnie de *Cidaris* et de polypiers.

Goniomya major Agass. (T. R.)

Vaulgrenans où elle se trouve avec l'*Arca ringens*.

Corimya corbuloides Agass.

J'en ai recueilli un fragment à Vaulgrenans.

ÉCHINIDES.

Diadema subangulare Agass. (R.)

La Chapelle, près de Salins (Germain); Jouhe, près de Dôle.

— *priscum* Agass. (T. R.)

Pagnoz, près de Salins, et Lombard, près de Quingey.

(1) M. Sowerby cite ce fossile comme provenant du Jura moyen et du grès vert inférieur, et MM. Voltz et Murchison l'ont trouvé dans le lias. Je crois comme M. Agassiz que ce sont des espèces différentes (Voir *Conchyliologie minéralogique de la Grande-Bretagne*, par James Sowerby, traduction française, par E. Desor, p. 102, Soleure, 1845).

Pedina sublævis (1), var. *aspera* Agass. (T. R.)

Éternoz et Poupet. Se trouve en abondance dans les cantons de Bâle, de Berne et de Soleure.

Hemicidaris crenularis Agass. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

Cidaris Blumenbachii Agass. (R.)

Vaulgrenans, la Grange-de-Vaivre, près de Salins. Les piquants sont très abondants partout, mais il est rare de trouver des exemplaires entiers. C'est dans le canton de Bâle où cette espèce est la plus répandue.

— *coronata* Goldf. (R.)

Les piquants se trouvent partout, mais le test est rare; je l'ai recueilli à Pagnoz et à Éternoz. C'est une des espèces les plus répandues dans le Jura suisse, du Brisgau et du Wurtemberg.

— *crucifera* Agass. (R.)

La Vèze, près de Besançon (Pidancet).

— *propinqua* Münst. (R.)

La Grange-de-Vaivre. Les piquants sont très nombreux. M. Agassiz le considère comme la var. *minor* du *C. coronata* (voir *Cat. rais. des Échinides*, p. 27).

— *pustulifera* Agass. (T. R.)

J'en ai recueilli deux exemplaires, l'un à Pagnoz et l'autre à La Vèze.

— *cladifera* Agass. (T. R.)

Pagnoz.

— *occulata* Agass.

J'en ai recueilli un exemplaire à Pagnoz.

— *glandifera* Agass. (R.)

La Grange-de-Vaivre et les Arsures.

— *cervicalis* Agass. (C.)

Pagnoz et les Arsures.

(1) M. Agassiz, dans ses *Échinodermes fossiles de la Suisse*, seconde partie, p. 32, réunit les *P. sublævis* et *aspera* en une seule espèce. Mais, dans son *Catalogue raisonné des Échinides*, qu'il vient de publier avec M. Desor, il regarde le *P. aspera* comme une variété du *P. sublævis* (Voir, p. 66 du tirage à part).

Cidaris subspinosa Nob. (*Cat. rais. des Échinides*, par MM. Agassiz et Desor, p. 29).

J'en ai recueilli un seul exemplaire à Vaulgrenans.

Echinus perlatus Desmar. (C.)

Pagnoz, Poupet et Éternoz. C'est un des fossiles les plus répandus dans les collections de la Suisse et de la Franche-Comté.

— *gyratus* Agass.

J'en ai recueilli un seul exemplaire près du canal en amont de Dôle.

Glypticus hieroglyphicus (1) Agass. (R.)

Le Gout-de-Conge, près de Salins; La Chapelle, où M. Germain en a recueilli plusieurs exemplaires.

CRINOIDES.

Apiocrinus rotundus (2) Miller. (C.)

Environs de Salins; La Vèze, près de Besançon.

Ceriocrinus Milleri (3) König. (R.)

La Vèze, près de Besançon, où l'on rencontre de fort beaux calices (Vivier); Pagnoz, près de Salins.

Millericrinus rosaceus d'Orb. (T. N.)

J'en ai recueilli une seule tête et un calice à Pagnoz, près de Salins; mais les racines et les fragments de tiges sont très nombreux aux environs de Salins et de Besançon.

— *Münsterianus* d'Orb. (R.)

M. Vivier en a recueilli plusieurs exemplaires à La Vèze, près de Besançon.

(1) Cette espèce est une des plus caractéristiques du corallien. On la trouve dans le Jura français et suisse (Salins, Besançon, Lauffen, Porrentruy, etc.), dans la Bourgogne (environs de Dijon, Auxerre, Tonnerre, etc.) et dans la Lorraine (Saint-Mihiel, Puiseux, etc.).

(2) M. d'Orbigny croit que cette espèce n'existe pas dans l'est de la France, et que M. Voltz l'a identifiée à tort avec l'espèce du Jura, qu'il regarde comme nouvelle; c'est son *Apiocrinus Roissyanus* (Voir *Histoire naturelle générale et particulière des crinoïdes vivants et fossiles*, par Al. d'Orbigny, p. 20, Paris, 1840).

(3) Goldfuss en fait une *Apiocrinus*, tandis que M. d'Orbigny la classe dans les *Millericrinus* (Voir *Hist. nat. des crin.*, par Al. d'Orbigny, p. 69).

Millericrinus Beaumontii d'Orb. (C.)

La Grange-de-Vaivre et La Vèze.

— *conicus* d'Orb.

La Vèze, près de Besançon.

— *Duboisianus* d'Orb.

La Vèze et Pagnoz.

— *dilatatus* d'Orb.

Le Mont-de-Brégille et La Vèze (Pidancet).

— *Richardianus* d'Orb.

La Grange-de-Vaivre et La Vèze.

— *Nodotianus* d'Orb. (R.)

La Vèze (Vivier).

— *echinatus* (1) d'Orb. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

Pentacrinus scalaris Goldf. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

— *cylindricus* Desor. (T. R.)

J'en ai recueilli un fragment à Pagnoz.

POLYPIERS.

Astrea decemradiata subtubulosa Thurm. (R.)

Vaulgrenans, près de Salins.

— *sexradiata nostratum* Thurm. (C.)

La Grange-de-Vaivre et Pagnoz.

Agaricia fallax Thurm. (T. N.)

Cette espèce forme presque entièrement le banc coralligène de la Grange-de-Vaivre et de Vaulgrenans.

— *confusa* Thurm. (C.)

La Grange-de-Vaivre.

— *concinna* Thurm. (C.)

Pagnoz et les Arsures.

— *Gresslyi* Thurm. (R.)

La Grange-de-Vaivre et By, près de Salins.

(1) C'est le *Rhodocrinites echinatus* Goldf. ou l'*Encrinites echinatus* Schlot., dont M. d'Orbigny fait quatre espèces, qui, je pense, devront rentrer dans une seule. Ce sont : *Millericrinus calcar*, *subechinatus*, *aculeatus* et *echinatus* (Voir *Hist. nat. des crin.*, p. 84, 86 et 89).

Anthophyllum variabile (1) Thurm. (T. N.)

Pagnoz, La Grange-de-Vaivre et les environs de Besançon.

Scyphia amicorum Thurm. (C.)

Pagnoz et Vaulgrenans.

— *Bronnii* Münst. (C.)

Vaulgrenans et La Vèze.

Cnemidium bulbosum Münst. (C.)

La Grange-de-Vaivre, La Vèze (Pidancet).

Achilleum inédit. (C.)

La Grange-de-Vaivre.

Lithodendron Allobrogum Thurm. (C.)

La Grange-de-Vaivre et Vaulgrenans, aux pieds des ruines du château, où il forme un banc assez considérable.

GROUPE SÉQUANIEN.

CÉPHALOPODES.

J'ai recueilli deux Ammonites à la Chapelle et à Port-Lesney.

GASTÉROPODES.

Melania striata (2) Sow (C.)

La Chapelle et le Port-Lesney, près de Salins; Brégille, près de Besançon (Pidancet).

— *Heddingtonensis* Sow. (R.)

Resnes, près de Salins.

— *abbreviata* Rœm. (R.)

La Chapelle et Resnes.

Natica turbiniformis Rœm. (C.)

La Chapelle et Pagnoz.

Natica macrostoma Rœm. (C.)

La Chapelle, où il accompagne la *Melania striata* et la *Lucina Elsgaudiæ*.

— *dubia* Rœm. (1) (R.)

Le Port-Lesney et Mouchard, près de Salins.

Nerita cancellata Ziet. (T. R.)

J'en ai recueilli un exemplaire dans la plaine qui sépare Pagnoz du Port-Lesney.

Rostellaria Wagneri Thurm. (R.)

J'en ai recueilli plusieurs exemplaires à la Chapelle. Elle se trouve en très grande abondance dans les marnes kimméridiennes du Banné, près de Porrentruy.

ACÉPHALES.

Ostrea solitaria (2) Sow. (R.)

La Chapelle, où l'on en rencontre de très bien conservés.

— *sandalina* Goldf. (C.)

Resnes, la Chapelle et Pagnoz.

(1) Cette espèce, qui est un des fossiles les plus communs du corallien des Monts-Jura, varie beaucoup dans sa forme générale. C'est le véritable *Anth. obconicum* de Münster, auquel je joins les *A. sessile* et *turbinatum* du même auteur, qui, je crois, ne sont que des variétés (Voir *Petrefacta Germaniæ*, par Auguste Goldfuss, t. I, p. 107, et *Das Flözebirge Würtembergs*, par Quenstedt, p. 457).

(2) Ce n'est pas une véritable *Melania*, dont toutes les espèces habitent dans les eaux douces. M. Agassiz la regarde comme se rapprochant des Fasciolaires (Voir *Conch. minéral.*, trad. franç., par Desor, p. 75), et M. Pictet croit qu'elle appartient au genre *Chemnitzia*, ou tout au moins à la famille des *Pyramidellides* (Voir *Traité élémentaire de paléontologie*, t. III, p. 69) En attendant que l'on ait fixé définitivement le genre auquel cette espèce appartient, je lui conserve le nom générique de *Melania*, ainsi qu'à toutes les autres espèces que MM. Sowerby, Rœmer et Deslongchamps ont rapportées à ce genre

(1) M. Rœmer, dans son beau mémoire intitulé *Die versteinerungen des Norddeutschen oolithen-gebirges*, Hannover, 1836, décrit un grand nombre de fossiles, appartenant à la partie supérieure du terrain jurassique, qui se trouvent en même temps dans le Jura et le Hanovre. Ce qui rend bien plus frappante l'absence de ces mêmes fossiles dans le Wurtemberg, qui se trouve précisément compris entre ces deux pays.

(2) Je doute que cette espèce soit la véritable *O. solitaria* de Sowerby ; du moins les figures montrent des différences assez remarquables (Voir *Conch. minér.*, trad. franç., par Desor, p. 481).

Ostrea sequana Thurm. (C.)

La Chapelle, près de Salins, et côte de la Pérouse, près de Besançon.

— *bruntrutana* Thurm. (T. N.)

Cette espèce forme des bancs lumachelliques, où l'on peut la recueillir par centaines à la fois. Environs de Salins et de Besançon.

Pecten varians Rœm. (C.)

La Chapelle et Mouchard.

Terebratula biplicata suprajurensis Thurm. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

— *alata?* de Buch. (1) (C.)

Je ne l'ai recueilli qu'à la Chapelle, où on la rencontre assez abondamment.

— plusieurs autres espèces inédites.

La Chapelle.

Mytilus jurensis Mérian. (R.)

La Chapelle et la côte de la Pérouse, près de Besançon.

— *pectinatus* Sow. (T. R.)

J'en ai recueilli un exemplaire à la Chapelle, et M. Germain un autre à Brillat, près d'Orgelet.

— *subæquiplicatus* Goldf. (R.)

La Chapelle et Mesmay.

Trichites Saussuri Thurm. (R.)

La Chapelle.

Ceromya inflata Agass. (T. R.)

Je l'ai recueilli à la Chapelle. Cette espèce est très commune dans les marnes kimméridiennes du Banné et des Trois-Châtets, près de Besançon.

Trigonia suprajurensis Agass. (C.)

La Chapelle et Mouchard.

— *geographica* Agass. (T. R.)

J'en ai recueilli un exemplaire dans les carrières de la plaine qui sépare Pagnoz du Port-Lesney.

(1) C'est probablement une autre espèce. Cependant M. de Buch cite la *T. alata*, comme provenant des couches jurassiques supérieures (Voir *Essai d'une classification et d'une description des Térébratules*, trad. franç., par Henri Lecoq, insérée dans les *Mém. de la Soc. géol. de France*, t. III, 1838, p. 150).

Trigonia Picta (1). Agass. (C.)

Se trouve en abondance dans la même localité que la précédente.

Astarte minima Phill. (T. N.)

Dans tout le Jura salinois, bisontin, bernois, et de la Haute-Saône.

RADIAIRES.

Cidaris baculifera Agass. (C.)

J'en ai rencontré un grand nombre de piquants, ainsi que des fragments du test à la Chapelle, Resnes, environs de Besançon, Porrentruy et Rœdersdorf.

Hemicidaris diademata Agass. (R.)

J'en ai recueilli plusieurs fragments à la Chapelle.

Diadema hemisphæricum Agass. (C.)

On rencontre assez souvent des fragments de test et des piquants à Pagnoz et à la Chapelle.

Acrocidaris formosa, var. *minor*. Agass.

J'en ai recueilli un exemplaire dans le calcaire séquanien d'Aiglepierre, près de Salins.

Acrosalenia tuberculosa Agass.

Marnes séquaniennes de la Chapelle, où j'en ai recueilli deux exemplaires qui s'y trouvaient en compagnie du *Cidaris baculifera* et de l'*Apiocrinus Meriani.*

Apiocrinus Meriani (2) Desor. (T. N.)

Les fragments de tiges sont très nombreux dans les environs de Salins; mais les calices et les couronnes sont très rares, j'en ai recueilli trois exemplaires à la Chapelle.

Pentacrinus inédit.

La Chapelle.

(1) M. Agassiz (*Mémoire sur les Trigonies*, p. 26) hésite pour établir cette espèce ; car il n'avait à sa disposition qu'un seul fragment trouvé par M. Gressly dans le corallien blanc de Hoggerwald (canton de Soleure). Le grand nombre d'exemplaires, très bien conservés, que j'ai recueillis, fait voir que c'est bien une espèce nouvelle, très bien caractérisée par M. Agassiz.

(2) C'est un des fossiles les plus caractéristiques du séquanien ; je l'ai retrouvé partout où j'ai pu reconnaître cet étage. M. Desor, en établissant cette espèce, l'a distinguée avec beaucoup de raison de l'*Ap. rotundus*, dont elle diffère complétement même par la forme des anneaux de la tige (Voir *Notice sur les crinoïdes fossiles de la Suisse*, par M. Desor. *Bull. de la Soc. des scienc. nat. de Neuchâtel*, 1844-45, p. 221),

POLYPIERS.

Astrea sexradiata baugesica Thurm. (C.)

Pagnoz et le Port-Lesney.

Lithodendron Rauracum Thurm. (C.)

Aiglepierre et Mouchard, près de Salins.

Lithodendron magnum Thurm. (C.)

Mouchard et Pagnoz.

Thamnasteria inédit.

Aiglepierre.

GROUPES KIMMÉRIDIEN ET PORTLANDIEN.

POISSONS ET REPTILES.

Sphærodus gigas Agass., P. (1) (T. R.)

J'en ai recueilli plusieurs dents à Aiglepierre et à Suziau, près de Salins; ainsi qu'à Alle, près de Porrentruy (2).

Pycnodus Hugii Agass., K. (T. R.)

Je l'ai rencontré dans les marnes du Banné, près de Porrentruy, à Soleure et à Neuchâtel. Les Trois-Châtets, près de Besançon (Pidancet).

— *gigas* Agass., P.

J'en ai recueilli un exemplaire à Aiglepierre.

— *Nicoleti* Agass., P. (T. R.)

M. Thurmann l'a recueilli à Alle, près de Porrentruy.

Strophodus subreticulatus Agass., P.

M. Pidancet en a recueilli un exemplaire sur la route de Maure, près de Besançon.

Gyrodus jurassicus Agass., P. (T. R.)

Je l'ai recueilli à Suziau, près de Salins.

CÉPHALOPODES.

Nautilus giganteus d'Orb., K. (R.)

Mouchard, près de Salins. M. Alc. d'Orbigny (*Paléont. fr. ter. jur.*, p. 164) regarde cette espèce comme caractéristique de l'oxfordien supérieur. Dans les Monts-Jura et la Haute-Saône, elle se trouve dans le groupe kimméridien.

(1) Je pose pour abréger P., qui veut dire le groupe portlandien, et K. le groupe kimméridien.

(2) Cette espèce est une des plus communes; on la rencontre dans presque toutes les collections (Voir *Recherches sur les Poissons fossiles*, par M. Agassiz, t. II, 210).

Ammonites gigas Ziet., K.

Très rare dans les Monts-Jura; cette espèce se rencontre assez communément dans les environs de Gray (Haute-Saône), et elle devient très commune dans la Haute-Marne et dans le Jura bourguignon.

GASTÉROPODES.

Pterocerus oceani Brong. (C.)

Environs de Salins, où ils sont roulés et usés; à Besançon, ils sont plus nombreux et dans un meilleur état de conservation. Ce fossile est très caractéristique des marnes kimméridiennes du Jura français et suisse.

Phasianella portlandica Thurm., P. (T. R.)

Suziau et Aiglepierre, près de Salins.

Natica hæmispherica Rœm., K. (R.)

La Chapelle.

— *globosa* (1) Rœm., K. (T. R.)

La Chapelle.

Nerinea trinodosa Voltz, P. (C.)

Suziau et Aiglepierre. La Latette, près de Nozeroy (Germain).

— *salinensis* Thurm., P. (C.)

Environs de Salins; mais il est difficile d'avoir des exemplaires complets.

— *grandis* Voltz., P. (R.)

Aiglepierre; Gillois, près de Nozeroy (Germain).

— *macrogonia* Thurm., P. (C.)

Route d'Aiglepierre à Pagnoz.

(1) Cette espèce est commune au Banné, près de Porrentruy (Voir *Die Versteinerungen des norddeutschen oolithen-gebirgers*, von Rœmer, p. 156).

Melania cristallina Thurm., K. (C.)

Aiglepierre, où elle se trouve en très grande abondance dans une assise située au milieu des calcaires kimméridiens.

Plusieurs autres espèces de *Nerinea*, *Trochus* et *Turbo*, inédits, venant des localités précédentes.

ACÉPHALES.

Ostrea solitaria Sow., K. (C.)

On en rencontre des valves séparées aux environs de Salins; mais à Besançon et à Porrentruy elle est très nombreuse et bien conservée.

Exogyra virgula (1) Defr., P. (T. N.)

Cette espèce se trouve assez abondamment aux environs de Salins, de Besançon et de Porrentruy, où elle caractérise le groupe portlandien.

Pecten lens? Sow. (R.)

La Chapelle.

Ceromya excentrica Agass., K. (C.)

Les Trois-Châtets, près de Besançon ; la Chapelle, près de Salins; Gillois, près de Nozeroy (Germain).

Goniomya sinuata Agass., K. (R.)

La Chapelle et les Trois-Châtets.

— *parvula* Agass., K. (R.)

J'en ai recueilli un exemplaire à Buffart, près de Salins.

Trigonia concentrica (2) Agass., P. (C.)

Je l'ai rencontré à Aiglepierre, Suziau et la Chapelle, près de Salins.

(1) Les chaînes qui constituent les Monts-Jura, proprement dits, présentent l'*Exogyra virgula*, toujours dans les marnes portlandiennes, et seulement dans cette subdivision, du moins c'est le résultat auquel j'ai été conduit par mes recherches et par celles de MM. Thurmann et Pidancet. Tandis que dans la Haute-Saône (environs de Gray), dans la Haute-Marne et dans le département de l'Yonne (environs d'Auxerre), ce fossile se trouve répandu aussi bien dans le groupe kimméridien que dans le groupe portlandien ; ce qui a fait que dans ces régions on confond le plus souvent ces deux groupes, excepté toutefois dans le département de la Haute-Marne, où M. E. Royer a très bien opéré cette séparation.

(2) Cette espèce est très caractéristique du véritable groupe portlandien ; je l'ai rencontrée dans ce groupe, à Alle et à Courtedoux (canton de Berne), à Gray (Haute-Saône) et à Auxerre (Yonne).

Trigonia plicata Agass., K. (T. R.)

Buffart, en venant près de Resnes.

Pholadomya Protei Brong., K. (C.)

Pagnoz, la Chapelle et environs de Besançon. C'est une des espèces les plus communes des marnes du Banné.

— *multicostata* Agass., P. (R.)

Les Trois-Châtets (Pidancet) ; Alle et Courtedoux, près de Porrentruy.

— *trigonata* Agass., P. (T. R.)

Arel, près de Salins (Germain).

— *angulosa* Agass., P. (R.)

La Chapelle, près de Salins.

— *truncata* Agass., K. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

— *myacina* Agass., K. (R.)

Je l'ai recueilli aux Trois-Châtets, près de Besançon.

— *pectinata* Agass., K. (T. R.)

Les Trois-Châtets (Pidancet).

Cercomya spatulata Agass., K. (T. R.)

J'en ai recueilli un exemplaire à Saint-Laurent, près de Morey.

Homomya hortulana Agass., K. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

— *compressa* Agass., K. (R.)

Les Trois-Châtets.

Arcomya helvetica Agass., K. (C.)

Pagnoz, la Chapelle et les Trois-Châtets.

— *gracilis* Agass., K. (C.)

Mêmes localités que la précédente.

Mactromya rugosa Agass., P. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

Pleuromya donacina Agass., K. (C.)

Mêmes localités que la précédente.

— *Gresslyi* Agass., K. (R.)

Je l'ai recueilli à la Chapelle.

Corimya Studeri Agass., K. (C.)

Les Trois-Châtets.

Corimya tenera Agass., K. (R.)

La Chapelle.

Avicula Gessneri Thurm., K. (C.)

Environs de Salins et de Besançon.

Perna plana Thurm., K. (C.)

Mêmes localités que la précédente.

Spondylus inæquistriatus Voltz, K. (R.)

M. Germain l'a recueilli à la Chapelle.

RADIAIRES.

Clypeus acutus Agass. (T. R.)

J'en ai recueilli plusieurs fragments sur la nouvelle route d'Aiglepierre à Pagnoz, dans la première couche du calcaire kimméridien.

Pygurus jurensis Nob.

Je l'ai recueilli à Suziau, près de Salins, dans le calcaire portlandien.

Holectypus speciosus Desor. (T. R.)

Saint-Laurent, près de Morey, dans un calcaire que je crois appartenir au groupe kimméridien.

Coupe de l'étage oolitique supérieur.

Le nouveau chemin vicinal qui conduit de Pagnoz à Aiglepierre offre une coupe très développée et que l'on rencontre rarement aussi complète. Aussitôt après avoir passé le petit pont établi sur le ruisseau, en quittant Pagnoz, on trouve les calcaires marneux de l'argovien, qui sont ensuite remplacés par les premières couches de calcaire corallien que l'on rencontre au point où vient aboutir le chemin qui conduit à la ferme de la Basse.

1° Calcaire corallien, sub-compacte, siliceux, jaunâtre, avec interposition de minces couches marneuses, bleuâtres, renfermant une grande quantité de plaques d'*Agaricia* et de piquants de *Cidaris*, des *Anthophyllum* et des débris d'*Ostrea rostellaris;* les assises sont assez mal stratifiées et ne dépassent pas 0,70 centimètres de puissance . . . . 10^{m},00

2° Calcaire corallien, compacte, à cassure écailleuse, de couleur gris-clair, très siliceux, renfermant une grande quantité de tiges de crinoïdes et de piquants de Cidarides. A mesure que l'on s'élève, la pâte calcaire devient moins siliceuse, et l'on commence à voir apparaître quelques oolites cannabines. . . . . 15 ,00

3° Calcaire corallien, très compacte, à cassure anguleuse, commençant à contenir des oolites spathiques cristallisées, avec beaucoup de débris d'Entroques; cette couche a 50 centimètres d'épaisseur. Au-dessus on trouve un calcaire à cassure mate et terreuse, sub-crétacé, mal stratifié, d'aspect brunâtre dans les parties exposées à l'air; hauteur, 2^{m},50. On trouve ensuite un calcaire blanchâtre, ressemblant beaucoup au calcaire portlandien, et contenant quelques oolites. Ces diverses assises sont bien stratifiées par banc de 10 à 30 centimètres . 10 ,00

4° Oolite corallienne, avec interposition de couches marno-calcaires, jaunâtres, très oolitiques, fissiles, et de quelques bancs de calcaire compacte rosâtre ou grisâtre, sans oolites. . 5 ,00

5° Calcaire de l'oolite corallienne, avec nombreuses *Nerinea bruntrutana* à l'état de moule de spath calcaire. . . . . 2 ,50

6° Marnes séquaniennes, avec interposition de calcaire marneux, souvent très oolitique; renfermant de nombreuses veines d'oxyde de fer, qui sont comme plaquées sur les bancs calcaires. Les fossiles caractéristiques sont: *Ostrea bruntrutana* et *sandalina*, *Apiocrinus Meriani*, etc. . . . . 3 ,00

A reporter. . 45^{m},50

Ci-contre. . 45m,50

7° Calcaire séquanien, très compacte, à cassure conchoïde, de couleur grisâtre, souvent avec taches violâtres; à pâte très fine, renfermant souvent des oolites ellipsoïdales de la grosseur d'une noisette. Plusieurs couches sont sub-schisteuses, avec impressions dendritiques; d'autres ont une structure bréchiforme avec nids et veines spathiques. Les bancs sont bien stratifiés par assises variant de 10 à 60 centimètres. Les fossiles, tous à l'état siliceux, appartiennent aux genres *Lithodendron*, *Astrea*, *Nerinea*, *Cidaris*, *Diadema*, *Pentacrinus*, *Apiocrinus*, etc. . . . . 28 ,00

8° Marnes kimméridiennes, grises-blanchâtres, très sableuses; ne renfermant que des fossiles roulés et usés, et en assez petit nombre. Ceux que l'on rencontre le plus fréquemment sont : *Pterocerus oceani*, *Ostrea solitaria*, *Pholadomya Protei*, etc. . . . . 2 ,00

9° Calcaires kimméridiens, compactes, souvent bréchiformes, avec débris de *Clypeus acutus*, d'*Ostrea solitaria*, *Trichites*, *Nerinea* et *Melania*. Les assises bien stratifiées varient de 3 à 40 centimètres . . . . 40 ,00

10° Marnes portlandiennes, jaunâtres, avec interposition de calcaire marneux. On y trouve une grande quantité d'*Exogyra virgula*. . . . . 3 ,50

11° Calcaires portlandiens, très compactes, avec nids de cristaux aciculaires de carbonate de chaux. Plusieurs assises sont bréchiformes et renferment une grande quantité de tiges de fucoïdes à l'état de moules calcaréo-marneux, ainsi qu'un grand nombre de Nérinées. . 35 ,00

Hauteur totale. . . . 154 ,00

Le village d'Aiglepierre, où se termine la coupe, se trouve construit sur les assises portlandiennes, qui viennent s'appuyer sur le keuper, contre l'abrupte de la chaîne de Begon.

Technologie. — L'étage oolitique supérieur offre peu de ressources aux arts et à l'agriculture. Les marnes ne sont employées que pour la construction des fours et sont connues dans le pays sous le nom de *terre à four*. D'excellentes pierres de construction et une bonne chaux grasse sont fournies par les calcaires. Les forts de St-André et de Belin, près de Salins, et celui des Rousses, sont construits avec ce calcaire. Plusieurs assises sont exploitées à Crans, à Pratz, etc., pour la fabrication des marbres, et donnent de très belles plaques veinées par de l'oxyde de fer. On trouve aussi des calcaires connus sous le nom de *vergeine* ou *pierre blanche*, qui sont employés en sculpture; les carrières situées entre le Port-Lesney et Pagnoz sont célèbres pour les beaux blocs qu'elles fournissent. La végétation agricole et forestière est peu productive et souvent très aride, ce qui donne un aspect sauvage et triste dans les pays où cet étage domine, comme aux environs de Saint-Claude, Moyrans et Belley; mais cependant les meilleurs pâturages des hautes montagnes se trouvent placés sur cet étage, qui compose en entier cette belle région alpestre du Jura suisse et français, si connue des botanistes, et dont les points principaux sont le Creux du Van, le Chasseron, les Aiguilles de Baulmes, le Suchet, la Dent de Vaulion, le Mont-d'Or, le Mont-Tendre, la Dôle, le Colombier, le mont Thoisey, le Reculet, etc. Là le botaniste recueille en abondance l'*Alchemilla alpina*, les *Viola biflora* et *calcarata*, la *Soldanella alpina*, l'*Androsace villosa*, le *Gnaphalium leontopodium*, l'*Anthericum liliastrum*, les

Aconitum napellus et *anthora*, le *Dryas octopetala*, le *Rhododendron ferruginosum*, le *Salix retusa*, l'*Equisetum sylvaticum*, le *Botrychium lunaria*, le *Lycopodium selaginoides*, le Lichen d'Islande, etc.

TABLEAU

des différents étages, groupes et sous-groupes qui composent le terrain jurassique dans le Jura salinois.

ÉTAGE OOLITIQUE SUPÉRIEUR, dépôt calcaire.	Groupe portlandien	Calcaires portlandiens. Marnes portlandiennes.	Règne des gastéropodes.	
	Groupe kimméridien	Calcaires kimméridiens. Marnes kimméridiennes.	Règne des acéphales.	
	Groupe séquanien	Calcaires séquaniens. Marnes séquaniennes	Période de transition entre le règne des zoophytes et celui des acéphales.	
	Groupe corallien	Oolite corallienne. Calcaire corallien	Règne des zoophytes.	
ÉTAGE OXFORDIEN, dépôt vaso-marneux.		Argovien. — Polypiers spongieux. Marnes oxfordiennes. Fer oolitique sous-oxfordien ou kellowien.	Décadence du règne des céphalopodes, et règne des Térébratules.	
ÉTAGE OOLITIQUE INFÉRIEUR, dépôt calcaire.	Cornbrash. Forest-Marble et Great-Oolite.		Grand développement de *Pecten* et période ascendante des radiaires.	APPARITION DES ZOOPHYTES, et période de transition des céphalopodes.
	Marnes vésuliennes		Règne des Cassidulides, et grand développement d'*Ostrea*, *Terebratula* et *Mya*.	
	Calcaire à polypiers. Calcaire lœdonien.		Commencement du règne des zoophytes	
	Oolite ferrugineuse		Règne des tentaculifères de grande taille et apparition des zoophytes.	
ÉTAGE LIASIQUE, dépôt vaso-marneux.	Lias supérieur.	Grès superliasique. Marnes de Pinperdu. Schistes de Boll.	Règne des Ammonites de petite taille et des acéphales liasiques.	RÈGNE des CÉPHALOPODES.
	Lias moyen.	Marnes à Plicatules. Marnes à *Amm. amaltheus* ou *margaritatus*. Calcaire à Bélemnites. Marnes de Balingen.	Règne des Bélemnites, et apparition des Ammonites de petite taille	
	Lias inférieur ou calcaire à Gryphées arquées.		Commencement du règne des tentaculifères de grande taille.	

Résumé général sur le terrain jurassique. — Dans les descriptions que je viens de donner sur les quatre étages qui composent le terrain jurassique, j'ai surtout eu pour but la description du Jura salinois, étendant, toutes les fois que mes observations me l'ont permis, les généralités que j'avais obtenues pour cette partie des Monts-Jura, aux autres régions françaises et suisses de ces montagnes, et souvent même j'ai cherché à y rattacher les recherches que j'ai faites dans plusieurs contrées environnantes, telles que le Wurtemberg, l'Alsace,

la Haute-Saône et la Bourgogne. Cependant j'ai dû interrompre plusieurs fois ces généralités, soit pour ne pas trop m'éloigner de mon cadre descriptif, soit aussi parce que mes observations ne me permettaient pas de synchroniser avec certitude plusieurs subdivisions, ou groupes même, de ces contrées, avec ceux que j'ai établis pour le Jura; ou bien enfin à cause de l'absence presque complète des moyens de comparaison entre les terrains de ces différentes régions. Je vais essayer, dans ce résumé, de combler une partie de cette lacune, sans toutefois revenir sur les points que j'ai le plus développés dans les descriptions précédentes.

Le lias est celui de tous les terrains sédimentaires de l'Europe centrale dont les caractères pétrographiques et paléontologiques sont le plus constants, et qui présente les plus beaux horizons géologiques. Ainsi, les couches du calcaire à Gryphées arquées proprement dites, qui forment les assises supérieures du lias inférieur, se trouvent en Angleterre (Lyme-Regis), en Normandie (Fontaine-Étoupe-Four), en Bourgogne [Corbigny (Nièvre), Avallon (Yonne), Semur (Côte-d'Or), Saint-Léger-sur-Deuhne (Saône-et-Loire), etc.], en Franche-Comté, dans le Jura suisse, dans le Jura du Brisgau (Achdorf), en Wurtemberg (Balingen, Hechingen, Reutlingen, Nürtingen, etc.), et en Franconie, avec les mêmes caractères pétrographiques et paléontologiques. Dans toutes ces régions, immédiatement au-dessus des couches à Gryphées arquées, dont la dernière assise présente souvent une lumachelle de *Pentacrinites basaltiformis*, commence une série de marnes plus ou moins schisteuses, qui, après quelques alternances de calcaires marneux interposés, passent à de véritables schistes, ressemblant aux schistes ardoisiers (schistes de Boll, ou à Posidonies, ou bitumineux). Cette masse de marnes, comprise entre le *Pentacriniten-bank* (banc à Pentacrinites) et les schistes de Boll, forme le lias moyen. Mais je dois faire remarquer une exception qui se présente aux environs d'Avallon. Dans les carrières situées à gauche de la route, en allant d'Avallon à Vassy, on remarque que ce que l'on appelle les calcaires à Gryphées arquées ne s'arrête pas avec la *Gryphœa arcuata* et le *Pentacrinites basaltiformis,* mais que l'on continue encore à trouver des couches de calcaire identiques aux précédents, présentant toutefois la *Gryphœa cymbium*, var. *ventricosa*, les *Ammonites planicosta* et *raricostatus*, qui ailleurs se trouvent déjà dans les assises marneuses. Cette anomalie de couches de calcaires, au-dessus des véritables assises à Gryphées arquées, n'est que locale et n'influe en rien sur la généralité de l'horizon géologique que nous présentent ces assises.

D'après les différentes synonymies que j'ai établies pour les divers étages du lias, on peut voir que toutes les subdivisions que j'ai adoptées et décrites dans le Jura se retrouvent dans les autres régions de l'Europe centrale. Mais cependant je ferai remarquer que plusieurs de ces subdivisions sont plus ou moins bien développées dans les différents pays, et que chacune d'entre elles présente des types qui méritent d'être signalés et décrits comme devant servir de point de

comparaison pour les autres contrées. Ainsi, le lias inférieur (1), les marnes de Balingen, le calcaire à Bélemnites et les marnes à *Amm. amaltheus*, présentent leurs plus beaux développements dans l'Albe, et notamment dans les environs de Balingen (2), que je prends comme point type pour ces quatre subdivisions. La Bourgogne offre aussi une assez belle série, surtout pour le lias inférieur; cependant elle n'est pas aussi bien caractérisée que celle du Wurtemberg, et je ne regarde comme un véritable type de la Bourgogne que mes marnes à Plicatules, qui y sont connues sous le nom de marnes à *Gryphœa cymbium*, et qui présentent un si beau développement dans les carrières de Vassy, près d'Avallon. Quant aux schistes à Posidonies ou schistes de Boll, c'est en Wurtemberg où ils atteignent leur maximum de développement, tant sous le rapport de l'épaisseur des schistes que sous celui du grand nombre de fossiles que l'on y rencontre. Les Monts-Jura, que jusqu'à présent je n'ai pas regardés comme présentant un type bien caractérisé, offrent les plus belles assises des parties moyennes et

(1) M. Rominger, dans son mémoire intitulé *Vergleichund des Scheitzer Jura's mit der Württembergischen Alp* (*Comparaison du Jura suisse avec l'Albe wurtembergeoise*) dit, p. 294 du *Neues Jarbuch*, de Leonhard et Bronn, de 1846, que les couches renfermant les *Ammonites psilonotus* et *angulatus* et la *Cardinia concinna*, paraissent manquer dans le Jura, que l'étude du lias est très difficile dans ce dernier pays à cause des bouleversements et des dislocations qu'ont éprouvés les terrains, que le lias commence immédiatement au-dessus du keuper par les calcaires à *Ammonites Bucklandi*, que les *Cardinia* que l'on y rencontre sont d'une autre espèce que dans le Wurtemberg et enfin que l'*Ammonites psilonotus* y est inconnue. On a pu voir, d'après ce que j'ai dit dans la note au bas de la page 44 de ce mémoire, que les couches à *Ammonites psilonotus, angulatus* et la *Cardinia concinna*, existent aussi dans le Jura, il est vrai à un état un peu rudimentaire, et que par conséquent le lias dans le Jura ne commence pas par les calcaires à *Ammonites Bucklandi*. Quant à l'étude des chaînes du Jura, elle offre évidemment beaucoup plus de difficultés que celle de l'Albe, où tout est parfaitement régulier et où l'on n'a besoin pour avoir, couche par couche, toute la série des terrains jurassiques, que de suivre l'un des nombreux cours d'eau qui descendent du pied du plateau de l'Albe. Cependant, lorsqu'on étudie attentivement le Jura, on trouve aussi toutes les divisions présentant leurs fossiles sans aucune confusion, et l'on parvient à dresser une liste des fossiles caractéristiques des diverses assises, avec autant de justesse que celle que l'on peut faire en Wurtemberg. Je n'ai pas besoin d'ajouter que les espèces de *Cardinia* du Jura sont les mêmes que celles de l'Albe, et que l'*Ammonites psilonotus* se trouve en Suisse et en Franche-Comté. M. Rominger, qui cite la collection de M. Mérian, pour l'*Ammonites Turneri*, aurait dû reconnaître aussi l'*Ammonites psilonotus*, qui s'y trouve représentée par plusieurs exemplaires très bien conservés, venant du canton de Bâle.

(2) Les environs de Balingen sont devenus célèbres depuis les travaux de MM. de Buch, Zieten, Goldfuss et Quenstedt, qui en ont fait connaître les principaux fossiles, en les décrivant et les figurant dans leurs ouvrages paléontologiques sur l'Allemagne. Sur aucun point de l'Albe peut-être, les divisions que je viens de citer du lias (*Schwarzer Jura*) ne sont aussi bien développées et ne présentent autant de fossiles. Je citerai principalement, pour le lias inférieur, la coupe qui se trouve sur la rive gauche de l'Eyach, vis-à-vis le Stadtmühle, et les carrières des environs du village d'Ostorf; pour les marnes de Balingen, le ravin d'Eyachriss, déjà cité, p. 48, de ce mémoire; pour le calcaire à Bélemnites, la montagne de Galgenberg et enfin pour les marmes à *Ammonites amaltheus* les environs du village d'Heselwangen.

supérieures du lias supérieur (marnes de Pinperdu et grès superliasique). C'est dans les environs de Salins, notamment à Pinperdu, Montservant et Aresche, que ces marnes sont le plus développées et renferment le plus grand nombre de fossiles. Je n'ai pas parlé de la Normandie (environs de Caen), où l'on retrouve aussi toutes les subdivisions que j'ai établies dans le lias; mais ces subdivisions y sont tellement rudimentaires, que cet étage en entier n'a, au plus, que 3 mètres de puissance (1).

Quant à l'étage oolitique inférieur, je n'ajouterai que quelques observations relatives à des passages d'un même fossile d'une couche dans une autre, pour des contrées assez rapprochées. Ainsi, l'*Ammonites Parkinsoni* Sow. (*Paléont. franç.*, *terr. jurass.*, par Alc. d'Orbigny, p. 374), qui se trouve en Normandie (Les Moutiers, Bayeux, etc.) et en Bourgogne (La Tour-du-Pré, près d'Avallon), dans l'oolite ferrugineuse, immédiatement au-dessus des dernières couches du lias, ne se rencontre en Wurtemberg que dans les assises les plus supérieures de l'étage oolitique inférieur, qui se trouvent immédiatement en contact avec les premières couches de l'étage oxfordien. Ces assises, qui portent le nom de *Schwarze Thone mit Schwefelkies*, de l'*Oberer brauner Jura*, correspondent au groupe du Cornbrash. Je citerai aussi l'*Ammonites coronatus*, Brug. (*Paléont. franç.*, *terr. jurass.*, par Alc. d'Orbigny, p. 465), que l'on regarde en France et en Suisse comme caractérisant le kellowien, et qui, en Wurtemberg, se présente toujours dans le *Graublaue Mergelkalke und Eisenoolithe* du *Mittlerer brauner Jura*, groupe qui correspond au Great-oolite et au Forest-marble, et qui se trouve à peu près au milieu de l'étage oolitique inférieur. Enfin, je citerai, en dernier lieu, l'*Hemicidaris crenularis*, Agass. (*Catal. rais. des Échinides*, p. 33), qui existe, en Normandie, dans le calcaire à polypiers de Ranville, tandis qu'en Bourgogne et dans le Jura français et suisse on le rencontre toujours dans le corallien inférieur. Ces exemples de passages de fossiles, joints à ceux que j'ai donnés précédemment dans les descriptions des divers étages, font voir à quels dangers on s'expose lorsque l'on se base sur un seul ou même sur plusieurs fossiles pour établir un horizon géologique d'une étendue même assez limitée.

L'étage oxfordien présente, dans sa distribution géographique, différents faciès, pour les diverses divisions dont il est formé. Je regarde comme type, pour le kellowien, le Jura (Clucy et les Viousses, près de Salins, environs de Besançon, etc.) et le Wurtemberg (falaises de Blümberg, près de Donaueschingen,

(1) Si je ne donne pas plus de détails pour les comparaisons que j'établis entre les terrains du Jura et ceux des autres régions, c'est parce que j'attends que j'aie fait un plus grand nombre d'observations et que j'aie étudié surtout le Jura de l'Angleterre, pour en faire un travail d'ensemble sur les terrains jurassiques de l'Europe centrale. J'aurais bien désiré pouvoir poursuivre ce travail sans relâche, mais une mission pour une exploration de l'Amérique du Nord, que vient de me confier l'administration du Muséum d'histoire naturelle de Paris, me force à suspendre mes recherches jusqu'à mon retour en Europe.

ravins du Lochen, près de Balingen, etc.), qui présentent ce groupe avec des caractères constants et identiques dans les deux pays. Les marnes oxfordiennes ont pour type les Vaches-Noires ou falaises d'Auberville, en Normandie, à cause du nombre, de la taille et du bon état de conservation des fossiles que l'on y rencontre; mais je regarde les marnes oxfordiennes des environs de Salins, de Besançon et de Porrentruy, comme devant représenter le type des régions de l'est de l'Europe centrale, à cause du grand nombre de fossiles que l'on rencontre dans ces localités, et aussi à cause de leur composition pétrographique, qui y est entièrement marneuse, ce qui donne un cachet particulier à l'orographie de cette contrée. La Bourgogne présente, sur plusieurs de ses points, des exceptions assez remarquables pour la composition pétrographique et même pour la faune de l'étage oxfordien. Ces exceptions se trouvent surtout le long de la ligne qui s'étend d'Ancy-le-Franc à Clamecy et à Donzy, où l'oxfordien, au lieu d'être composé exclusivement de marnes, est au contraire presque entièrement calcaire, avec des couches très minces de marnes, et seulement à la partie tout à fait inférieure. M. Élie de Beaumont, qui a, depuis longtemps, constaté ce fait dans son beau mémoire sur le terrain jurassique de la Bourgogne (1), a établi avec beaucoup de justesse les caractères différentiels qui existent entre l'étage oxfordien de cette région et celui de la Normandie et de l'Angleterre. Les fossiles, qui sont à peu près les mêmes que ceux des autres contrées, y sont en très petit nombre, et le plus souvent même ils manquent complétement, et l'on en est réduit au caractère stratigraphique pour déterminer l'âge relatif de ces couches, qui sont alors sous la forme de calcaires marneux, très durs, quelquefois siliceux à la partie supérieure, comme on peut l'observer dans la région comprise entre Vermanton, Arcy-sur-Cure et Clamecy. Quant au groupe argovien, j'ajouterai seulement que l'on retrouve, dans les environs de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), des polypiers spongieux, comme dans le Jura et en Allemagne; seulement ils sont beaucoup plus rares, et ils n'appartiennent qu'à deux ou trois espèces. C'est dans les environs de Balingen, sur le plateau du Lochen, qu'il faut véritablement aller étudier l'argovien; le nombre des fossiles y est tellement considérable, que les champs en sont littéralement couverts, et que l'on ne peut faire un pas sans marcher dessus.

Ainsi que je l'ai dit précédemment, l'étage oolitique supérieur est celui des quatre étages du terrain jurassique qui est le plus difficile à synchroniser pour les diverses subdivisions qu'il présente dans les différents pays. En Bourgogne, on rencontre à peu près les mêmes groupes que dans le Jura, excepté toutefois le

(1) Voir *Note sur l'uniformité qui règne dans la constitution de la ceinture jurassique du grand bassin géologique qui comprend Londres et Paris*, par M. Élie de Beaumont, *Annales des sciences naturelles*, t. XVII, p. 257; Paris, 1829. Voir aussi, sur le même sujet, *Notice géologique sur les environs de Clamecy (Nièvre)*, par M. Joly; *Mémoire de la Soc. lib. d'Émul. du Doubs*, t. III, p. 130. Besançon. 1846.

groupe séquanien ou à Astartes, qui jusqu'à présent n'a pas encore été bien limité, quoique cependant il y existe, ainsi que j'ai pu le constater sur plusieurs points des environs d'Auxerre. Je pense que l'on parviendra assez facilement, par des études un peu minutieuses de stratigraphie et de paléontologie, à synchroniser les divers groupes de l'étage oolitique supérieur de la France et de l'Angleterre avec ceux que j'ai établis dans les Monts-Jura. Il n'en sera pas de même, je crois, pour l'Allemagne, où cet étage présente de très grandes difficultés d'étude, à cause du petit nombre de fossiles que l'on y rencontre et du manque presque complet de couches marneuses interposées dans les assises calcaires. Je vais cependant essayer d'établir quelques rapprochements entre le Jura blanc de l'Allemagne et celui du Jura suisse et français, afin de justifier les synchronismes que j'ai établis dans mes tableaux de synonymie.

L'étage oolitique supérieur commence à changer de faciès dans le canton d'Argovie, où il ne renferme plus qu'un petit nombre de fossiles et il prend dès lors le faciès de l'Allemagne, qui consiste en un très grand développement de couches de calcaires blancs grisâtres, sans interposition de couches marneuses, ainsi que cela a lieu dans le Haut-Jura et au Salève. Ces calcaires du Jura blanc, qui forment presque en entier le sol du canton de Schaffouse, sauf les localités où ils sont recouverts par le terrain erratique, se poursuivent par la chaîne du Randen et vont former cet immense plateau de l'Albe qui s'étend entre la vallée du Neckar et celle du Danube, et dont la plus grande partie est désignée sous le nom de *Rauh Alp* (Albe stérile). Voici comment les assises se succèdent dans cette partie de l'Allemagne; immédiatement au-dessus du *Spongitenkalk* (calcaire à *Spongites*), qui correspond à mon groupe argovien, se trouve un très grand développement d'assises d'un calcaire blanc grisâtre, très compacte, tout à fait analogue aux calcaires qui constituent les groupes séquanien, kimméridien et portlandien du Jura salinois. Ces assises calcaires, qui portent le nom de *Plumpe Felsenkalke* (calcaire très compacte), ne renferment presque aucun fossile; car je n'y ai rencontré qu'un moule d'acéphales ressemblant beaucoup au *Ceromya inflata* Agass., que j'ai trouvé dans les rochers qui sont au-dessus du Rheinfall (saut du Rhin) et à Giengen, près de Nattheim; de sorte que l'on ne peut tirer aucune conclusion au moyen des fossiles. Mais il existe à Nattheim, à la partie tout à fait supérieure de ce groupe, une couche siliceuse et sableuse qui renferme une très grande quantité de fossiles, dont la plus grande partie sont les mêmes que ceux du corallien inférieur du Jura, et dont l'aspect même est identique aux fossiles que l'on trouve dans le corallien inférieur (faciès à chaille) de la Vèze, près de Besançon. Ces fossiles sont: *Echinus perlatus*, *Cidaris coronata*, *Hemicidaris crenularis*, *Anthophyllum obconicum* ou *variabile*, *Agaricia fallax*, etc. M. Quenstedt considère ces assises du *Plumpe Felsenkalk* et de Nattheim comme correspondant au coral-rag. Sans vouloir infirmer en rien cette opinion, je ferai remarquer seulement qu'il existe une épaisseur de

couches très considérables entre l'argovien et cette couche à polypiers de Nattheim ; tandis qu'au contraire, au-dessus de cette couche de polypiers, jusqu'à la dernière assise du *Krebsscheerenkalkplatten* (plaquettes calcaires à pinces d'écrevisses), qui termine le Jura allemand, on trouve une série d'assises qui est bien moins puissante. C'est pourquoi je serais assez porté à croire que si le *Plumpe Felsenkalk* correspond entièrement au groupe corallien, l'assise siliceuse de Nattheim, dont la faune est identique à celle des couches coralliennes les plus inférieures du Jura français et suisse, est au contraire la couche la plus supérieure du corallien allemand, ce qui me conduit à regarder le dépôt de Nattheim comme n'étant pas synchronique de celui du corallien inférieur (faciès à chaille) des environs de Porrentruy, de Besançon et de Salins, quoique ces dépôts présentent la même faune. J'avance l'observation précédente avec beaucoup de réserve, car je crois qu'il faudra encore de nombreuses recherches avant qu'on puisse l'affirmer ou la nier.

Quant à mes groupes séquanien, kimméridien et portlandien, il est tout à fait impossible de trouver en Wurtemberg les assises qui leur correspondent ; on ne peut que leur synchroniser en masse le *Krebsscheerenkalkplatten* ou *Solenhofenschiefer* (schistes de Solenhofen), c'est-à-dire considérer ce groupe de l'Allemagne comme s'étant déposé à la même époque que mes trois derniers groupes, sans préjuger avec lequel de ces groupes il doit être véritablement synchronisé. D'ailleurs, je le répète, l'étage oolitique supérieur présentera, je crois, pendant longtemps encore, de très grandes difficultés à l'établissement de bons synchronismes entre les assises dont il est formé dans les diverses régions de l'Europe centrale.

SECONDE PARTIE.

(LUE A LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE LE 16 NOVEMBRE 1846.)

Terrain crétacé.

Étage néocomien.

Limites et divisions. — Il est souvent très difficile de trouver le point de séparation entre les assises jurassiques et les assises néocomiennes, soit parce que les roches de ces deux terrains présentent fréquemment une très grande ressemblance, soit aussi parce qu'on a beaucoup de peine à rencontrer des coupes qui donnent toute la série des couches néocomiennes. La discordance de stratification ne peut s'observer que sur quelques points très peu nombreux, et encore seulement dans les hautes montagnes du Jura, comme dans les vallées de Nozeroy, de Mouthe, Saint-Laurent et les Rousses; mais dans les régions plus basses, comme dans la Haute-Saône et dans la partie inférieure du département du Doubs, il n'a pas été possible, jusqu'à présent, de constater une discordance de stratification bien certaine entre les assises portlandiennes et néocomiennes; de sorte que pour ces régions on en est encore à douter si réellement cette partie occidentale des Monts-Jura a été disloquée à la fin de la période jurassique, ou pendant le dépôt néocomien. Cependant je crois que là aussi les terrains jurassiques ont été disloqués avant le dépôt de l'étage néocomien, et que l'on parviendra par une étude plus minutieuse et plus générale des caractères stratigraphiques et paléontologiques à y reconnaître aussi une discordance de stratification entre ces deux terrains. Pour tout le département du Jura, le canton de Vaud et une partie du département de l'Ain, je me suis assuré de la discordance de stratification entre le néocomien et la partie supérieure des assises jurassiques, quoique souvent il m'ait été assez difficile d'y parvenir, à cause des redressements qu'ont éprouvés les chaînes du Jura pendant les époques géologiques qui ont suivi, et qui ont aussi donné souvent de très fortes inclinaisons aux couches néocomiennes.

Dans les localités des vallées de Nozeroy et de Mouthe, où j'ai pu observer la séparation entre la partie inférieure de l'étage néocomien et le terrain jurassique, j'ai constamment observé la série suivante dans l'ordre de superposition des groupes, à partir de la partie inférieure : 1° *Marnes bleues sans fossiles;* 2° *cal-*

caires ferrugineux ou limonite; 3° calcaire jaune; 4° marnes bleues-grisâtres, très fossilifères ou marnes d'Hauterive; 5° calcaire à grains verts; 6° calcaire blanc ou première zone de Rudistes. Ces divers groupes sont très distincts les uns des autres, non seulement sous le rapport pétrographique, mais aussi sous le rapport paléontologique; car chacun est caractérisé par une faune spéciale, dont les diverses espèces n'ont souvent même presque aucune analogie avec celles qui se trouvent dans les autres groupes.

Les êtres organisés qui se montrent dans l'étage néocomien, surtout dans les marnes d'Hauterive (1), indiquent qu'à cette époque géologique les conditions, pour le développement de l'organisme, étaient les mêmes que lors du dépôt du kimméridien et du portlandien. En effet, la plupart des genres néocomiens étaient déjà représentés par plusieurs espèces dans les dernières assises jurassiques, et l'on ne voit guère que quelques nouveaux genres de céphalopodes, qui apparaissent avec l'époque néocomienne, et encore il faut bien remarquer que ces nouveaux genres de céphalopodes, tels que *Crioceras*, *Ancyloceras*, *Toxoceras*, etc., ne se montrent pas dans les Monts-Jura, ce qui semble indiquer que, pour cette partie de l'Europe centrale, le grand cataclysme que l'on fait intervenir à la fin de la période jurassique a été extrêmement faible dans ces régions, et même qu'il ne s'est pas fait sentir sur plusieurs points où l'on n'a pu, jusqu'à présent, reconnaître de discordance de stratification entre les assises de roches des deux époques. Aussi, cette grande ressemblance géognostique, pétrographique et paléontologique du néocomien avec le terrain jurassique, a-t-elle été cause que pendant longtemps on a considéré cette portion du terrain crétacé comme appartenant à l'époque jurassique, et ce n'est que depuis une dizaine d'années, que l'on a reconnu que l'on devait rapporter à la période crétacée.

Distribution géographique. — Le terrain crétacé, dont l'immense développement des assises qui le constitue forme une grande partie des terres actuellement émergées dans les deux hémisphères, n'est représenté dans les Monts-Jura que par l'étage néocomien et par une partie de l'étage du gault. Ce premier étage du terrain crétacé, d'abord modestement limité aux environs de la petite

(1) Hauterive est un village, situé à 3 kilomètres au N.-E. de Neuchâtel, où ces marnes présentent un très beau développement, et sont très riches en fossiles. La plupart des échinodermes et des Myes néocomiennes, décrites par M. Agassiz, viennent de cette localité. Quat aux dénominations des autres groupes, je reconnais tous les inconvénients de cette manière de désigner les groupes, en s'appuyant sur les couleurs des roches, leur composition minéralogique, etc... Aussi ai-je protesté contre cette méthode dans une notice (voir *Bulletin de la Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. IV, p. 126); et je ne regarde ces dénominations que comme provisoires; si je n'en propose pas d'autres dès à présent, c'est parce que la région que je décris étant trop restreinte, je tomberais dans le défaut contraire, en multipliant trop les noms géographiques pour un petit espace. Si je puis plus tard donner une description générale du néocomien qui se trouve dans toutes les chaînes des Monts-Jura, alors je pourrai hasarder des noms géographiques pour les désignations des groupes que j'ai établis, en ayant soin de donner à chacun le nom de la région où il se trouve le mieux développé.

ville de Neuchâtel, où le célèbre M. de Buch l'avait primitivement décrit sous le nom de *couches adossées au Jura* (1), a été reconnu, depuis quelques années, sur presque tous les points de notre globe. D'abord, les géologues suisses et français en ont constaté l'existence sur plusieurs autres points des Monts-Jura, dans les Alpes, les Pyrénées et les Apennins, puis, dans les bassins méditerranéen et parisien, et enfin de célèbres géologues-voyageurs le reconnurent dans les Carpathes, le Caucase, la Crimée, le Liban, l'Abyssinie, les Cordilières, etc....; de sorte que ce dépôt, longtemps méconnu, a acquis en très peu d'années une importance très grande, et a pris une place de premier ordre dans l'histoire géologique de la terre. En désignant ce dépôt sous le nom de *terrain néocomien*, M. Thurmann a non seulement rendu service à la science, en y poursuivant l'introduction d'une méthode de désignation des groupes par les noms de régions géographiques où les dépôts se trouvent le mieux caractérisés (méthode véritablement logique dans son application à la géologie qui a pour but de décrire le sol des différentes régions du globe); mais encore il a su rendre hommage aux efforts et aux beaux travaux des naturalistes neuchâtelois, qui, depuis Bourguet jusqu'à M. Agassiz, n'ont cessé de rendre les plus grands services à l'histoire naturelle de l'Europe.

Le néocomien des Monts-Jura est distribué dans les différentes chaînes de la manière suivante. La partie orientale, formée par les cantons de Schaffouse, d'Argovie, de Bâle et de Soleure, ainsi que la plus grande partie du district du Jura bernois, ne possède que le *terrain sidérolitique* ou du *bonherz*, dont le dépôt est synchronique avec les premières assises néocomiennes; les assises de calcaire et de marnes fossilifères ne commencent à se rencontrer que dans les vallées de Saint-Imier, de Renan, de la Chaux-de-Fonds, au pied sud du Spitzberg, le long du lac de Bienne à partir de cette ville, qui est le point le plus septentrional des Monts-Jura où l'on ait observé le calcaire jaune. On continue à rencontrer les assises néocomiennes, soit en poursuivant la lisière du bassin helvétique, comme à la Neuveville, Hauterive, Neuchâtel, Saint-Aubin, Orbe, La Sarraz, Saint-Cergue, Thoiry, Allemogne et Bellegarde, où elles se continuent dans les Alpes savoisiennes et françaises; soit en pénétrant dans les vallées longitudinales et les cluses des montagnes du Jura, comme à Vallengin, Le Locle, La Brevine, Le Pissou, Les Brenets, Travers, Les Verrières, Sainte-Croix, Morteau, Pontarlier, Nods, Nozeroy, Censeau, Mouthe, Métabief, Saint-Laurent, Valhorbe, Le Brassus, Les Rousses, Septmoncel, les vallées de la Valserine et du Valromey, la combe des Voies, etc... On rencontre aussi ce terrain sur plusieurs points du département de la Haute-Saône, comme à Choye, Bucey-les-Gy, les Tremblois, etc...; mais dans cette région basse du Jura les assises sont très peu développées et présentent une très grande difficulté d'études à cause des nombreuses érosions qui les ont en partie enlevées et recouvertes d'alluvions.

(1) *Catalogue d'une collection des roches qui composent les montagnes de Neuchâtel*, par M. de Buch, paragraphe 48.

Quant à la distribution géographique de la puissance des diverses couches qui constituent l'étage néocomien, on remarque que ces assises augmentent de puissance à mesure que l'on s'avance de Bienne et de la Chaux-de-Fonds vers les parties méridionales des Monts-Jura, où elles atteignent une puissance des plus considérables, comme à la Perte-du-Rhône, au Mont-du-Chat, etc. Mais une remarque qui n'a pas encore été faite, et qui pour moi est la plus grande preuve que l'on puisse invoquer pour établir le synchronisme du *bohnerz* avec les premières assises néocomiennes, c'est que ce dépôt de minerai de fer en grains que l'on rencontre si puissant dans les vallées de Laufon, Delémont, etc... va en diminuant à mesure que l'on s'approche des régions où les calcaires néocomiens se sont développés, et que dans ces régions néocomiennes on rencontre, dans les premières assises, plusieurs couches entièrement composées d'oolites ferrugineuses, formant un calcaire limonite très dur, qui va lui-même en diminuant de puissance à mesure que l'on s'avance dans les parties plus méridionales, où il finit par disparaître complétement. Ainsi ces assises ferrugineuses, très puissantes dans les vallées de Mouthe et de Nozeroy, sont presque rudimentaires à Mijoux, les Rousses, ainsi qu'au Salève, où je les ai reconnue en montant de Monetier à la ferme des Treize-Arbres. Plusieurs autres faits que je développerai plus loin me confirment cette appréciation de M. Thurmann (1), qui, le premier, a synchronisé le dépôt du *bohnerz* avec la partie inférieure néocomienne.

La plupart des régions néocomiennes qui se trouvent dans les Monts-Jura ont été décrites par MM. Gressly, de Montmollin, Nicolet, Itier, Favre et Thirria. Mais il reste encore plusieurs points à étudier, et je vais donner dans ce travail la description de la vallée de Nozeroy, qui est la seule vallée néocomienne qui se trouve comprise dans les limites que j'ai données au Jura salinois.

La vallée de Nozeroy, dont une partie est connue sous le nom de Val-de-Mièges, fait suite à la vallée de Morteau et de Pontarlier; elle commmence aux villages de Bulle, Bannans et la Rivière, court au S.-S.-O., comme toutes les vallées longitudinales du Jura, et va se terminer aux villages du Bourg-de-Sirod et de Syam, près de Champagnole. Ainsi limitée, l'étendue de terrain que je décris a 40 kilomètres de long sur 2 à 4 kilomètres de large. Aussi faut-il bien remarquer que les divers groupes que j'établis dans l'étage néocomien sont limités à cette vallée, et que s'il m'arrive quelquefois de les étendre sur divers autres points du Jura, c'est que je les y ai observés sur place. Cependant, je suis loin de vouloir établir par là que mes groupes sont généraux; un plus grand nombre de recherches dans les diverses régions néocomiennes des Monts-Jura m'apprendront si réellement ils le sont et si on peut les étendre aux contrées environnantes.

(1) Voir *Essai sur les soulèvements jurassiques*, second cahier, p. 2, Porrentruy; 1836.

1° Marnes bleues sans fossiles.

Caractères généraux. — Marnes d'un bleu foncé à la partie inférieure, devenant un peu jaunâtres à la partie supérieure; sableuses et rudes au toucher; sans fossiles.

SYNONYMIE. { Canton de Neuchâtel. Cette couche n'a pas encore été observée.
Département de l'Ain. *Marnes gris-noir non fossilifères*? (Coupe de la Dorche à Chanay). Itier (1).

Pétrographie et géognosie. — Marnes sableuses, bleues, à texture très serrée, surtout à la partie inférieure, où elles sont très dures et rudes au toucher; plusieurs assises même passent à un calcaire marneux; à mesure que l'on s'élève, ces marnes perdent de leur couleur bleue, et elles passent au gris jaunâtre à la partie supérieure; alors elles renferment des corps cylindriques d'un assez petit diamètre, ressemblant à des tiges de végétaux passées à l'état de calcaire marneux. La stratification est assez diffuse, excepté auprès de quelques assises calcaréo-marneuses, où les marnes prennent alors une forme schistoïde. La puissance de ce groupe varie de 2 à 3 mètres. On peut l'observer au moulin du Sault, près de Nozeroy, à la fontaine du Poirier, près de Censeau, à la carrière de gypse de la Rivière et dans les coupes de la nouvelle route de Charbony à Equevillon, par Entreporte.

Paléontologie. — L'absence complète de fossiles dans ces marnes est un fait biologique de la plus haute importance, et qui montre que les êtres organisés de la période néocomienne n'ont pas apparu immédiatement sur tous les points à la fois, après la grande dislocation jurassique, mais qu'ils ont eu besoin d'un certain laps de temps pour se répandre dans les divers bassins et fiords de la mer néocomienne, et pour atteindre tout le grand développement qu'on leur connaît dans les marnes d'Hauterive. On ne commence à trouver des fossiles que dans le groupe suivant de la limonite.

C'est dans ce groupe de marnes bleues sans fossiles que l'on rencontre quelquefois des amas gypseux. Ainsi, ceux que l'on exploite à la Rivière, la Ville-du-Pont et Foncine-le-Bas, appartiennent à ce groupe. Le gîte gypsifère de la Rivière est celui qui mérite le plus de fixer l'attention, parce qu'il est exploité à ciel ouvert et que l'on peut très bien y observer les superpositions des assises. La carrière d'exploitation se trouve entre Bulle et Dompierre, à 200 mètres à droite de la route de Pontarlier à Champagnole. Le gypse se montre par rognons et par assises en couches stratifiées dans des bancs marneux, en présentant l'ordre

(1) Voir *Notice géologique sur la formation néocomienne dans le département de l'Ain et sur son étendue en Europe*, par M. Jules Itier; Congrès scientifique de France, neuvième session, tenue à Lyon, t. II, p. 54.

de superposition suivant, en allant de bas en haut; marnes grises, très dures, un peu sableuses, formant le fond de la carrière; puis viennent des gypses roses blanchâtres, saccharoïdes, très compactes, alternant avec les marnes grises bleuâtres; trois assises de deux mètres chacune. Au-dessus se trouve un gypse sub-fibreux, blanc, veiné quelquefois de gris et de rose, avec interposition de marnes grises; trois bancs présentant une hauteur totale de 3 mètres. Dans ces diverses couches, le gypse se présente indifféremment par rognons et par bancs, avec de nombreuses veines de gypse fibreux qui sillonnent, dans tous les sens, les assises marneuses, et qui quelquefois englobent les rognons de gypse saccharoïde. Les marnes grises bleuâtres finissent par prédominer à la partie supérieure, où elles contiennent encore quelques rognons gypseux. Enfin, le bord supérieur de la carrière est terminé par un banc de calcaire plus ou moins marneux, un peu dolomitique, avec de nombreuses cavités celluleuses; il est de couleur jaunâtre, et passe entièrement au calcaire jaune lorsque l'on s'avance du côté de Bulle, où l'on commence aussi à rencontrer le groupe du calcaire ferrugineux, dont on ne trouve aucune tracè sur l'emplacement de la carrière de gypse.

Cette dernière remarque, sur l'absence de la limonite, auprès de la carrière de gypse de la Rivière, me conduit à regarder une partie de ce dépôt gypseux comme étant synchronique du dépôt du groupe du calcaire ferrugineux. Car, à Foncine-le-Bas et à la Ville-du-Pont, de même qu'à la Rivière, on ne trouve pas ces assises ferrugineuses dans les coupes qui entourent les carrières de gypse, quoique cependant ces assises se rencontrent très développées dans les bassins de Mouthe et de Mont-Benoît, qui renferment précisément ces localités, où existent les dépôts de gypse néocomien. Cependant, malgré ce synchronisme entre une partie du gypse néocomien et le groupe de la limonite, je laisse ces dépôts gypseux dans le groupe des marnes bleues sans fossiles; car ils ont commencé à se former dès la première période néocomienne, et aussi ne renferment-ils aucuns débris de fossiles. D'ailleurs, de même que les dépôts du *bohnerz*, leur formation est une conséquence des dislocations jurassiques, et n'est qu'un accident beaucoup moins général, qui ne se montre que sur quelques points. Du reste, je reviendrai sur ce phénomène géologique dans le paragraphe suivant.

2° Calcaire ferrugineux ou limonite.

Caractères généraux. — Calcaire très compacte, empâtant une très grande quantité d'oolites ferrugineuses, d'un aspect rouge brun, passant par toutes les nuances jusqu'au jaunâtre.

SYNONYMIE.
- Canton de Neuchâtel. *Calcaire jaune inférieur à la marne* (partie inférieure). de Montmollin (1).
- Franche-Comté. *Minerais de fer subordonnés aux calcaires.* Thirria (2).
- Le Salève. *Calcaire roux* (en partie). Favre (3).
- Département de l'Ain. *Calcaire jaune miroitant*, etc. (en partie). Coupe de la Dorche à Chanay Itier.

Pétrographie et géognosie. — Calcaire très dur, à pâte très fine, englobant une très grande quantité d'oolites ferrugineuses, le plus souvent miliaire, mais variant et devenant quelquefois de la grosseur d'une balle de fusil. Alors, dans ce dernier cas, la roche calcaire contient beaucoup moins de fer, et l'on remarque que ces couches à grosses oolites se trouvent surtout et uniquement dans les régions les plus septentrionales, où l'on commence à rencontrer le dépôt néocomien, comme à Neuchâtel, La Chaux-de-Fonds, Le Val-Saint-Imier, etc., ce qui s'explique très bien par la proximité des dépôts du *bohnerz*, qui sont évidemment la première origine de cette limonite. La couleur de la roche est brune, tirant quelquefois sur le jaunâtre; la cassure est rugueuse, et les agents atmosphériques, en la désagrégeant, mettent en relief les oolites ferrugineuses. La structure en petit est sub-schistoïde; en grand, elle est régulière par bancs variant de $0^{m},30$ centimètres à 1 mètre. — Hauteur totale, 3 à 4 mètres.

Paléontologie. — Les fossiles que l'on rencontre dans ce groupe sont du plus haut intérêt et forment une faune spéciale, qui jusqu'à présent ne s'est montrée que dans des limites très restreintes, car on ne les a encore trouvés que dans les deux vallées de Nozeroy (Jura) et de Mouthe (Doubs). La plupart sont des espèces qui malheureusement n'ont pas encore été décrites, mais que l'on ne peut identifier avec aucune des espèces néocomiennes que l'on a publiées jusqu'à ce jour. M. Alcide d'Orbigny, avec sa sagacité habituelle, a remarqué, en décrivant seulement une seule espèce d'Ammonite provenant de ce groupe, que nulle part ailleurs il n'avait vu de forme analogue dans tout le terrain crétacé, et que cette espèce, qu'il a désignée sous le nom d'*Ammonites Gervilianus*, devait être très rare, ou bien appartenir à une couche spéciale que l'on n'avait encore rencontrée que dans les environs de Pontarlier (4). Cette dernière supposition du savant paléontologiste est la véritable, et le groupe auquel appartient cette Ammonite est tout à fait spécial à quelques vallées longitudinales du Jura central, vallées qui, se trouvant en communication avec les centres d'éruption bohnerziques du Jura septentrional, ont donné lieu à une faune tout à fait spéciale pour ce premier âge du néocomien.

(1) Voir *Mémoire sur le terrain crétacé du Jura*, par Aug. de Montmollin; inséré dans les *Mémoires de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, t. I, p. 50; Neuchâtel, 1836.

(2) Voir *Mémoire sur le terrain Jura-crétacé de la Franche-Comté*, par Thirria; inséré dans les *Annales des mines*, t. X, 3e série, p. 119. Paris, 1836.

(3) Voir *Considérations géologiques sur le Mont-Salève*, etc, par Alp. Favre, p. 28.

(4) Voir *Paléontologie française*, Terrains crétacés, t. I, p. 140.

M. Agassiz, dans son mémoire sur les *Échinodermes fossiles de la Suisse*, a aussi décrit un échinide provenant de cette couche ; c'est son *Pygurus rostratus*, trouvé à Métabief par M. de Montmollin; j'ai aussi rencontré cette espèce à Boucherans, dans la vallée de Nozeroy, où elle est assez rare. Ces deux fossiles sont les seuls qui aient été décrits; les autres espèces constituant cette faune singulière appartiennent aux genres Ammonites, Nérinées, Trigonies, Peignes, Limes, Avicules, Pholadomyes, etc...... Elles seront décrites dans la *Paléontologie universelle* de M. d'Orbigny, à qui je les ai remis.

La distribution des fossiles qui composent cette faune, que l'on rencontre principalement dans les deux vallées de Nozeroy et de Mouthe, surtout dans les régions qui se trouvent comprises entre Pontarlier, le Bourg-de-Sirod et Rochejean ; la présence, sur plusieurs points de ces vallées, d'un dépôt gypseux ne renfermant aucun fossile, et l'absence sur ces mêmes points du groupe de la limonite, ainsi que la relation intime qui existe entre le *bohnerz* et cette partie inférieure du néocomien, surtout dans les régions de Bienne et du Val-Saint-Imier, me conduisent à regarder tous ces phénomènes comme intimement liés entre eux et étant les conséquences les uns des autres. Je vais chercher à expliquer, d'après mes recherches, comment je conçois cette relation, et surtout comment les phénomènes ont dû se passer dans cette partie de l'Europe centrale, à cette époque géologique.

Une première grande dislocation ayant occasionné un certain relief dans les régions actuellement occupées par les Monts-Jura, une série d'arêtes, formées par des ruptures des couches jurassiques qui venaient de se déposer, s'élevèrent au milieu de la mer et formèrent des îles ou récifs s'étendant sur des lignes qui couraient généralement de l'E.-E.-N. au S.-S.-O. Ces lignes de faîte nouvellement émergées étaient séparées par des golfes ou fiords formant vallées, dans lesquelles les phénomènes suivants ont dû se passer. Comme l'a très bien observé M. Gressly, « aux angles d'inclinaison formés par les couches qui constituent les lèvres et les crètes des redressements correspondent des angles égaux, » mais ouverts, en sens inverse, vers le bas, et formant, par leur écartement, » un entonnoir renversé qui communique plus ou moins directement avec le » centre plutonique en fusion ignée (1). » C'est-à-dire qu'en prenant deux chaînes de montagnes situées à côté l'une de l'autre, on aura, aux deux sommités de la coupe que l'on en fera, deux ouvertures formant un angle dont le sommet serait orienté vers le centre de la terre, tandis que dans la dépression qui se trouve entre les deux chaînes les couches fracturées offriront un angle dont le sommet viendra aboutir, à très peu de chose près, vers la surface de la couche extérieure, en présentant son ouverture du côté du centre du globe; de sorte

(1) Voir *Observations géologiques sur le Jura soleurois*, p. 289. Ce travail sur le terrain sidérolitique du Jura suisse est du plus haut intérêt et mérite une étude très sérieuse.

qu'il aurait, dans ce dernier cas, la position d'un entonnoir renversé. Cette disposition des fractures qui sillonnaient les divers étages jurassiques a eu pour conséquence évidente de produire, sur les points déprimés, des failles qui sont venues ainsi mettre en communication l'intérieur avec la partie externe du globe. D'après cette manière de voir, c'est dans le fond des vallées et non sur les crêtes des montagnes jurassiques qu'il a dû y avoir épanchement plutonique, si toutefois réellement des matières d'origine ignée sont alors sorties du globe; car évidemment la sortie de ces matières était beaucoup plus facile par les entonnoirs renversés dont les sommets correspondaient au fond des vallées que par les ruptures des montagnes qui se trouvaient d'abord à un niveau beaucoup plus élevé, et qui ensuite, par leur forme évasée à la partie supérieure, doivent donner lieu à des étranglements aux points où les matières ignées pouvaient aboutir et les refoulaient nécessairement dans des régions plus basses. Afin d'être plus clair, prenons une figure (voir planche I, figure 3); je veux dire que si les matières ignées parvenaient par des conduits souterrains jusqu'en A, elles éprouveraient nécessairement une résistance de la part des assises supérieures qui, en s'appuyant fortement en ce point, y forment un étranglement qui aura présenté une force de résistance assez grande pour obliger les matières ignées à se diriger obliquement et à venir atteindre, si déjà elles n'y étaient pas conduites primitivement (ce qui probablement a dû arriver sur la plupart des points), l'entonnoir renversé qui vient s'ouvrir en B. De plus, le point B, se trouvant le plus souvent sur une faille dont le résultat est une dislocation complète des assises environnantes, présentait un plus grand nombre de fissures, qui ont aidé à l'épanchement des matières qui tendaient à sortir du sein de la terre.

D'après les observations précédentes, on voit que s'il y a eu, à l'époque de la grande dislocation jurassique, des épanchements plutoniques dans ces régions, elles ont dû nécessairement avoir lieu dans le fond des vallées (1). Or, les recherches de M. Gressly et celles que j'ai pu faire me conduisent à admettre que le terrain sidérolitique ou du *bohnerz*, ainsi que les dépôts gypseux néocomiens, appartiennent à une formation semi-plutonique provenant de sources minérales chaudes chargées de matières ferrugineuses ou sulfureuses, suivant les localités; de sorte qu'au moment des dislocations qui sont venues, en les interrompant, mettre un terme aux dépôts jurassiques, il y a eu, dans les vallées nouvellement formées des régions argoviennes, soleuroises et bernoises, un dépôt de matières ferrugineuses opéré par des sources minérales chaudes; tandis que dans les vallées de Pontarlier, de Nozeroy et de Mouthe il y a eu sur trois points (La Rivière, La Ville-du Pont et Foncine-le-Bas) des sources sulfureuses qui ont déposé des amas gypseux. Les agents producteurs de

(1) Je ferai remarquer qu'il ne faudrait pas conclure de ce que j'ai dit précédemment que ces matières plutoniques aient été la cause des dislocations jurassiques; je suis très loin de partager cette opinion, qui, ici, est tout à fait inadmissible.

ces gypses ont agi avec une très faible intensité, car ces dépôts, très limités, ne sont que des accidents tout à fait secondaires, si on les compare aux immenses dépôts gypseux qui se sont formés dans les mêmes régions pendant l'époque keupérienne. Je ne ferai pas de nouvelles objections à la théorie admise par M. Thirria pour la formation des gypses (1); ceux du néocomien, pas plus que ceux du keuper, ne sont dus à des émanations gazeuses arrivées pendant les dislocations et qui auraient modifié ces roches; une foule de faits sont tout à fait inexplicables par cette théorie, qui, du reste, s'applique très bien dans plusieurs autres régions où les phénomènes se sont passés d'une tout autre manière, comme par exemple sur plusieurs points des Alpes.

Dans les localités où ces déjections ferrugineuses et sulfureuses ont eu lieu, les dépôts qui ont suivi ceux des formations jurassiques ont immédiatement présenté les roches qui en sont résultées; tandis que sur les autres points où il n'y a pas eu épanchement de sources minérales, les premières couches déposées ne renferment pas de ces accidents d'origine semi-plutonique. Mais, comme les divers bassins néocomiens communiquaient entre eux, l'immense quantité de matières ferrugineuses sortie dans les régions bernoises et soleuroises finit par déborder au-delà des centres d'éruption et par se répandre dans les autres bassins, où il se formait alors des dépôts entièrement d'origine aqueuse, tels que des calcaires et des marnes, excepté toutefois sur trois points très limités où des gypses se déposaient. Cet envahissement des autres bassins néocomiens a dû nécessairement modifier les assises en voie de formation, en les saturant de matières ferrugineuses, et c'est en effet ce qui est arrivé. Seulement, cette augmentation de matières déposantes s'est opérée avec ordre et a suivi, dans sa distribution géographique, les lois dictées par sa nature et par son origine. Dans les régions les plus proches des vallées où le *bohnerz* a fait éruption, comme aux environs de Bienne, Neuchâtel, Saint-Imier, La Chaux-de-Fonds, etc., les assises néocomiennes ont un aspect qui souvent s'approche des caractères propres aux terrains sidérolitiques, et, de plus, elles renferment une très grande quantité de fer en grains pisolitiques tout à fait semblables, seulement de grosseur un peu moindre que ceux qui constituent le *bohnerz*. A mesure que l'on descend dans les régions plus méridionales, comme aux Verrières, Métabief, Les Longevilles, Boucherans, Censeau et Charbony, les assises néocomiennes présentent successivement des oolites ferrugineuses de plus en plus petites, et qui ressemblent alors à des oolites miliaires tout à fait analogues à l'oolite ferrugineuse de l'étage oolitique inférieur du Jura; de plus, ces roches ont un aspect jaune brun tout à fait semblable aux autres roches néocomiennes; seulement le fer leur a donné une couleur un peu plus brunâtre. La puissance de ces assises ferrugineuses va en diminuant à partir de

(1) Voir *Annales des mines*, 3e série, t. X; *Mémoire sur le terrain Jura-crétacé de la Franche-Comté*, par M. Thirria, p. 113, 114 et 115.

Bienne à Neuchâtel, en suivant une progression décroissante insensible. Ainsi, dans les vallées de Nozeroy et de Mouthe, elles ont encore une hauteur de 2 à 3 mètres; mais à Saint-Laurent, aux Rousses, elles sont réduites à 30 ou 40 centimètres de puissance, et enfin au Salève elles sont tout à fait rudimentaires; je les y ai rencontrées (en montant de Monetier à la ferme des Treize-Arbres, en prenant le premier grand chemin à droite avant d'arriver à la grange Marin), avec une épaisseur de 10 centimètres. M. Favre a aussi remarqué sur plusieurs autres points du Salève (1) des matières ferrugineuses dans les premières couches néocomiennes en contact avec le terrain jurassique, et, en désignant ce groupe sous le nom de *calcaire roux*, il rappelle la couleur des oxydes de fer qui ont encore influé, faiblement, il est vrai, sur les dépôts qui se formaient dans ces régions néocomiennes. Plus loin, dans la Savoie et dans les parties méridionales du département de l'Ain, on ne trouve plus aucune trace de ce dépôt ferrugineux.

Maintenant que je viens de montrer comment la puissance des assises contenant des oolites ferrugineuses va graduellement en diminuant, à mesure que l'on s'éloigne des centres qui ont donné lieu à ces sortes de dépôts, il me reste encore à considérer comment l'organisme s'est développé et quelle loi il a suivie dans sa distribution.

D'après les savantes observations de M. Gressly, il est actuellement démontré que les contrées bohnerziques du Jura suisse étaient complétement dépourvues d'êtres organisés, et que ceux que l'on y rencontre proviennent des corrosions et érosions qu'ont éprouvées les terrains jurassiques environnant ces régions. Mais à mesure que l'on commence à entrer dans les régions néocomiennes, comme entre Bienne et Neuchâtel, on trouve déjà quelques fossiles appartenant à ce premier âge du néocomien, et on finit par rencontrer une faune tout à fait spéciale et complète, lorsqu'on atteint les bassins de Nozeroy et de Mouthe. De sorte que l'on voit par là que les êtres organisés ont commencé à paraître dans cette zone ferrugineuse, et qu'ils s'y sont développés aussitôt qu'ils ont pu être placés sur des points assez éloignés des centres d'éruption du *bohnerz*, pour être mis à l'abri des agents destructeurs de l'organisme qui accompagnaient cette émission de sources ferrugineuses, et que dans les régions où les eaux tenaient en suspension de petites molécules de fer, et où les dépôts, par conséquent, s'effectuaient avec tranquillité, comme à Censeau, Boucherans, Métabief, etc., il y a eu un développement d'organisme assez actif qui a constitué une faune spéciale, et qui, jusqu'à présent, se trouve limitée à deux ou trois vallées néocomiennes des départements du Doubs et du Jura. Si les recherches ultérieures que feront les géologues sur ce terrain confirment cette limite de la faune que l'on trouve dans les couches ferrugineuses, ce sera un exemple bien remarquable pour les

(1) *Considérations géologiques sur le Mont-Salève et sur les terrains des environs de Genève* par Alphonse Favre p. 28 et 32.

phénomènes biologiques, et qui prouvera combien grande est la puissance créatrice qui offre ainsi une faune spéciale sur un aussi petit espace.

Lorsque l'on s'avance dans les régions où la limonite va en diminuant graduellement de puissance, on ne trouve plus de fossiles, et les premiers représentants de la faune néocomienne dans les parages actuellement occupés par le département de l'Ain et la Savoie ne se montrent que dans les marnes bleues synchroniques de celles d'Hauterive, près de Neuchâtel.

Les localités où l'on peut le mieux observer ce groupe de fer limonite avec ses fossiles sont : Boucherans et Esserval-Combe, dans le bassin de Nozeroy; Métabief, Les Longevilles et Les Hôpitaux, dans le bassin de Mouthe. On rencontre aussi des fossiles dans ce groupe, sur plusieurs autres points des deux bassins, ainsi que dans le canton de Neuchâtel et dans la vallée de Morteau, mais ils sont alors en très petit nombre, et le plus souvent dans un assez mauvais état de conservation. J'oubliais de dire qu'à Boucherans et à Métabief les fossiles ont conservé leur test calcaire et sont assez bien conservés; seulement il est très difficile de les extraire de la roche sans les casser.

3° Calcaire jaune.

Caractères généraux. — Calcaire sub-compacte, oolitique, jaune.

SYNONYMIE.
- Canton de Neuchâtel. *Calcaire jaune inférieur à la marne* (partie supérieure). De Montmollin.
- Le Mont-Salève. *Calcaire roux* (en partie). Favre.
- Département de l'Ain. *Calcaire jaune miroitant* (en partie); coupe de la Dorche à Chanay. Itier.

Pétrographie et géognosie. — Calcaire très oolitique, à grains assez lâches; ressemblant, pour la texture, au calcaire grossier de Paris. Cassure inégale et raboteuse, s'enlevant par fragments assez irréguliers. La couleur est jaune ocreux, quelquefois jaune-brun ou jaune-miroitant; en général, cette couleur est beaucoup plus foncée que pour les calcaires des environs de Neuchâtel. La structure en petit est massive; en grand elle est régulière par bancs qui varient de 0,30 centimètres à 0,80 centimètres. Quelquefois on trouve entre les joints de stratification et dans des espèces de géodes une très grande quantité de cristaux de carbonate de chaux, ainsi que quelques nids ferrugineux. — Hauteur totale, 4 mètres.

Paléontologie. — Les fossiles, assez rares dans ce groupe, ne sont représentés que par quelques bivalves assez mal conservées. Cependant, à la partie tout à fait supérieure, dans la dernière assise, on commence à rencontrer quelques fossiles, qui se trouvent dans d'autres localités dans les marnes d'Hauterive; ainsi, j'ai trouvé au moulin du Sault, au pont de Mièges et à Charbony, dans cette dernière assise de calcaire jaune, les fossiles suivants : *Pteroceras pelagi* d'Orb., et

une autre espèce inédite; *Pholadomya Scheuchzeri* Agass.; *Terebratula depressa* Sov.; *Pyrina pygœa* Desor; *Dysaster ovulum* Agass., etc. Mais, en général, ce groupe renferme très peu de fossiles (1).

4° Marnes bleues fossilifères ou marnes d'Hauterive.

Caractères généraux.—Marnes bleues, souvent grises et jaunâtres; pâteuses, quelquefois sub-schistoïdes; très fossilifères. (*Ostrea Couloni* Defr.; *Corbis cordiformis* d'Orb.; *Panopea neocomiensis* d'Orb.; *Serpula quinquecostata* Rœm.; *Toxaster complanatus* Agass.; *Holaster L'Hardy* Dub.; *Diadema rotulare* Agass.; *Terebratula biplicata acuta* de Buch; *Terebratula depressa* Sow., etc.)

SYNONYMIE.
- Canton de Neuchâtel. *Marne bleue.* De Montmollin.
- Vallée de la Chaux-de-Fonds. *Marne à Gryphœa Couloni.* Nicolet.
- Canton de Berne. *Marnes bleues néocomiennes.* Thurmann.
- Le Mont-Salève. *Calcaire marneux.* Favre.
- Département de l'Ain. *Groupe inférieur, marnes bleues et grises.* Itier.
- Franche-Comté. *Marnes du terrain Jura-crétacé* (en partie). Thirria.

Pétrographie et géognosie. — Marnes plus ou moins sableuses, le plus souvent pâteuses; de couleur bleu-grisâtre, quelquefois jaunâtre, surtout à partie supérieure. Elles se délitent et se décomposent très rapidement lorsqu'elles sont exposées aux actions des agents atmosphériques. La stratification est assez régulière, par assises à structure sub-schistoïde, avec quelques interpositions de couches calcaréo-marneuses, surtout à la partie supérieure. On y rencontre quelquefois de nombreux nids ferrugineux, surtout dans les localités très riches en fossiles : ce fer se présente à l'état d'oxyde, ou bien en cristaux de fer sulfuré; ce dernier cas n'a lieu que dans les cloisons et siphons des Ammonites et des Nautiles, et encore est-il assez rare d'en rencontrer. — La hauteur totale de ce groupe varie de 5 à 10 mètres.

Paléontologie.—La faune de cette période du néocomien présente divers faciès, suivant les régions géographiques que l'on considère. Ainsi, dans les régions sub-

(1) Les trois divisions que je viens de décrire paraissent, du moins jusqu'à présent, être exclusivement propres au Jura. Dans la Bourgogne, on passe immédiatement des dernières assises portlandiennes aux marnes d'Hauterive. Ainsi, aux environs d'Auxerre (Yonne), sur la rive gauche de l'Yonne vis-à-vis le hameau des Dumonts, dans un ravin à 150 mètres du chemin de halage, j'ai observé la coupe suivante : les calcaires portlandiens par couches très clivables, de couleur blanc-grisâtre, avec de nombreuses dendrites, passent aux marnes néocomiennes par une couche un peu plus grisâtre et marno-calcaire de 10 à 20 centimètres de puissance, sur laquelle on voit de nombreux fossiles néocomiens appartenant à la faune des marnes d'Hauterive, qui se sont fixés et ont vécu sur cette assise de passage. Les marnes de cette localité, qui sont mélangées d'un grand nombre de rognons calcaires, présentent pour les fossiles le faciès que j'ai désigné sous le nom de *faciès à Myacées et à Spatangoïdes* (voir ce que je dis dans la description du groupe suivant).

pélagiques, comme au Salève, où les assises de marnes sont remplacées par des couches calcaréo-marneuses, les fossiles dominants appartiennent aux genres Nautile et Ammonite, ce qui constitue un ensemble d'êtres propres à ces sortes de régions. Dans les parages littoraux, comme le long de la bande du lac de Neuchâtel, et au pied du Jura vaudois, le faciès est constitué par un très grand développement d'acéphales et d'échinodermes, et par un assez grand nombre de céphalopodes, dont les coquilles venaient échouer sur ces rivages; en général, les différents fossiles qui constituent ce faciès littoral vaseux sont dans un bon état de conservation, et se présentent en très grande abondance sur tous les points indistinctement. Mais il est d'autres faciès plus distincts et mieux caractérisés que le précédent, quoique généralement ils renferment les mêmes espèces de fossiles. Ces faciès se trouvent dans les vallées longitudinales du Jura, qui formaient des golfes et des fiords communiquant avec la mer néocomienne, et qui, par conséquent, offraient de nombreux abris aux animaux marins qui habitaient ces régions. Aussi est-ce sur ces points que la faune néocomienne est le plus développée, non seulement pour la taille des espèces, mais aussi pour leur nombre. Placés à l'abri des brisants, derrière les hauts-fonds et reliefs que formaient les assises jurassiques disloquées, les êtres organisés ont pu prendre toute l'extension que comportait leur développement organique et numérique. Aussi, dans ces régions, que je puis appeler privilégiées, on trouve aujourd'hui tous ces êtres dans la position même où ils ont vécu; et l'on peut, après quelques recherches, rétablir les différents faciès pour chaque point de ces bassins. C'est à ce genre d'études que je me suis surtout appliqué pour le bassin de Nozeroy, qui est un de ces fiords néocomiens, et que j'ai pu pour ainsi dire reconstituer tout ce qui est relatif à la géographie zoologique.

J'ai établi dans le fiord actuellement occupé par le val de Mièges (ou vallée de Nozeroy) les quatre faciès (1) suivants, qui sont complétement distincts et indépendants les uns des autres (voir planche I, figure 1) : 1° *le faciès corallien;* 2° *le faciès à grandes Ostracées et à Corbis;* 3° *le faciès à Myacées et à Spatangoïdes;* enfin, 4° *le faciès de charriage.*

Le *faciès corallien* (2) ne s'est encore montré que sur un seul point : c'est près de l'Entrepôt de Censeau, dans un chemin creux qui conduit à la grande route de Mièges; je ne sache pas qu'il ait été reconnu dans aucune autre localité des

(1) Le troisième de ces faciès que je nomme *faciès à Myacées et à Spatangoïdes*, se trouve ordinairement dans la partie supérieure des marnes d'Hauterive, tandis que les deux premiers faciès sont presque toujours dans la partie inférieure. Quant au *faciès de charriage*, il se trouve indistinctement en haut ou en bas de cette division.

(2) Voir ce que j'ai dit au sujet du mot corallien, que je considère comme un faciès et non comme un nom de groupe dans ma note intitulée *Réponse à une note de M. E. Royer sur la non-existence des groupes kimméridien et portlandien dans les Monts-Jura* (*Bulletin de la Soc. géolog. de Fr.*, t. IV, 2e série, p. 127).

Monts-Jura, excepté peut-être aux environs de Neuchâtel, où M. Dubois de Montpéreux l'aurait constaté sur un point qui a été depuis recouvert par des travaux d'art. Ce faciès présente les phénomènes biologiques les plus intéressants et les plus dignes d'attirer l'attention des géologues paléontologistes. Au milieu et dans le circuit du banc de polypiers formé par des espèces spongieuses et pierreuses appartenant aux espèces *Scyphia*, *Ceriopora*, etc., et que l'on trouve encore attachées à des plaquettes de calcaires marneux, ou même sur le test de gros acéphales, tels que *Janira*, *Ostrea* et *Mytilus*, se montre un immense développement d'échinodermes, appartenant principalement à la famille des Cidarides. C'est dans cette localité que j'ai recueilli pour la première fois cette belle espèce de Cidaris, que j'ai désignée sous le nom de *Cidaris hirsuta*, et de piquants desquelles on rencontre des centaines d'exemplaires; le test y est plus rare et ne se montre que par fragments assez petits; cependant j'ai eu le bonheur de trouver le tiers d'un de ces beaux oursins; les piquants sont aussi le plus souvent cassés, malgré les fortes pointes dont ils sont armés. Plusieurs autres espèces de Cidarides sont exclusivement propres à ce faciès: ainsi, les *Cidaris neocomiensis* et *punctata;* le *Peltastes punctatus*, dont on trouve un assez grand nombre d'exemplaires, tous très bien conservés à cause de leur extrême petitesse, qui les a protégés contre l'action destructive de la vague qui venait battre contre le banc de polypiers; les *Diadema macrostoma*, *Bourgueti* et *Picteti*, dont les nombreux tubercules armés de pointes les rendaient plus propres à habiter cette région que le *Diadema rotulare*, dont je n'y ai pas vu un seul exemplaire; et, malgré cette rugosité du test de ces trois Diadèmes ils ne s'y montrent qu'aplatis ou cassés. Quant aux Spatangoïdes, ils sont en assez petit nombre, et tous sont plus ou moins cassés et déformés par des chocs qui les ont souvent rendus presque méconnaissables. Il en est cependant deux espèces qui s'y trouvent en plus grande abondance que partout ailleurs; c'est le *Dysaster ovulum* et surtout le *Pyrina pygœa*; ce dernier peut y être recueilli par centaines d'exemplaires, mais presque tous plus ou moins aplatis et brisés; cependant, comme le test en était assez flexible, ils se sont conservés entiers; seulement ils ont pris la forme que leur ont donnée les différents chocs qu'ils ont éprouvés. Le *Toxaster complanatus*, si caractéristique et si abondant dans toutes les régions néocomiennes de l'Europe, ne s'y montre qu'en très petit nombre et surtout dans un très mauvais état de conservation; tandis qu'à quelques centaines de mètres de là, derrière ce banc de polypiers, on l'y rencontre en abondance et sans aucune déformation du test. J'ai rencontré aussi de nombreux débris de *Goniaster*, d'*Asterias* et de *Pentacrinus*, fossiles qui, comme on le sait, se montrent d'ordinaire dans les régions coralligènes.

Les acéphales sont assez nombreux; ils appartiennent principalement à des genres et à des espèces à tests fortement plissés et armés de pointes, tels que *Lima*, *Pecten*, *Janira*, *Ostrea*, *Mytilus* et *Terebratula*, et encore la plupart sont-ils cassés

et aplatis, surtout les Térébratules. Quant aux genres à test mince, tels que *Cardium*, *Isocardia*, *Arca* et *Panopea*, ils ne sont représentés que par quelques espèces assez rares, rabougries et presque complétement méconnaissables.

Les gastéropodes et les céphalopodes sont très peu nombreux et tous sont cassés et usés par les charriages. Les annélides sont représentés par sept ou huit espèces de Serpules, qui se trouvent sur les tests des acéphales ou bien sur les polypiers eux-mêmes ; rarement ils sont libres. Quant aux crustacés, je n'y ai rencontré que quelques pinces indéterminables qui ne peuvent même servir à en indiquer le genre. J'ai aussi rencontré plusieurs dents de poissons appartenant aux genres *Lamna* et *Sphærodus*.

Ainsi, comme on le voit, les classes d'animaux qui dominent dans ce faciès sont les polypiers, les radiaires et quelques acéphales à test épais et fortement plissé. De sorte que, de même que dans les étages du terrain jurassique où ce faciès se trouve développé, on y rencontre une association d'êtres tout à fait analogues ; seulement les espèces et même les genres ont changé, et sont remplacés par une faune propre à l'époque de cette partie de notre globe.

Je vais donner, dans la liste suivante, le catalogue des fossiles qui constituent ce faciès corallien, en ayant soin d'indiquer les rapports numériques des espèces et leur état de conservation, faits qui sont de la plus grande importance pour les paléontologistes, et que les géologues devraient surtout s'appliquer à recueillir.

FOSSILES DU FACIÈS CORALLIEN

DES MARNES D'HAUTERIVE.

POISSONS ET REPTILES.

Lamna (Odontaspis) gracilis Agass. (1).

J'en ai recueilli 2 exemplaires.

Sphærodus neocomiensis Agass.

J'en ai recueilli 8 ex.

CRUSTACÉS.

Pinces écrasées et cassées (3 ex.)

ANNÉLIDES.

Serpula (5 ou 6 espèces inédites.)

Se trouvent en abondance sur le test des coquilles.

(1) Tous ces fossiles proviennent de l'Entrepôt près de Censeau.

CÉPHALOPODES.

Belemnites pistiliformis Blainv. (1 fragment.)

— *dilatatus* Blainv. (2 ex. cassés.)

Nautilus pseudo-elegans d'Orb.

Un fragment.

Ammonites fascicularis d'Orb.

Un fragment aplati et très mal conservé.

GASTÉROPODES.

Acteon albensis d'Orb. (1 ex.)

Natica Cornueliana d'Orb. (2 ex.)

Pleurotomaria neocomiensis d'Orb. (5 ex. cassés et comprimés.)

— *Pailletteana* d'Orb. (2 ex. cassés.)

Rostellaria Dupiniana d'Orb. (1 ex. cassé.)

ACÉPHALES.

Cardium Cottaldinum d'Orb. (3 ex. usés.)

— *Voltzii* Leym. (1 ex.)

Isocardia neocomiensis d'Orb. (1 ex. jeune.)

Arca Carteroni d'Orb. (1 ex. charrié.)

Mytilus Carteroni d'Orb. (1 ex. charrié.)

– *lanceolatus* d'Orb. (1 ex. aplati.)

— *Couloni* Nob., nov. spec.

Je n'ai rencontré ce fossile que dans cette seule localité, où on le trouve par nid de 10 à 20 individus de tout âge, et généralement très bien conservés.

Panopœa neocomiensis d'Orb. (2 ex. rabougris et usés.)

Lima Carteroniana d'Orb. (1 ex.)

— *undata* Desh. (2 ex. aplatis.)

Pecten Leymerii d'Orb. (1 ex. cassé.)

— *Archiacianus* d'Orb. (1 ex. aplati.)

— *Goldfusii* Desh. (20 ex. tous plus ou moins aplatis et cassés.)

— *striaticostatus* Goldf. (1 ex.)

Janira neocomiensis d'Orb. (30 ex. assez bien conservés.)

— *atava* d'Orb. (2 ex. bien conservés.)

Ostrea macroptera (1) Sow.

Très abondant, formant souvent lumachelle et étant alors cassés et triturés. Je ne l'ai pas encore rencontré ailleurs dans le Val-de-Mièges.

— *Tombeckiana* d'Orb.

Très abondant, le plus souvent fixé sur le test des autres fossiles.

(1) Cette espèce, qui avait été confondue avec l'*Ostrea carinata*, vient d'être rétablie par M. Alc. d'Orbigny (*Paléont. franç., terr. crét.*, t. III, p. 695), qui en donne une excellente description et de très belles figures, qui ne permettront plus de confusion.

Rhynchonella depressa d'Orb. C'est la *Terebratula depressa* de Sow. (Un très grand nombre d'ex. aplatis et cassés.)

— *lata* d'Orb. (50 ex. aplatis.)

Terebratula prælonga Sow. (40 ex. le plus souvent brisés et aplatis.)

— *Carteroniana* (1) d'Orb. (150 ex. cassés et aplatis.)

RADIAIRES.

Dysaster ovulum Agass.

Il est très rare de trouver des exemplaires qui présentent les ambulacres (30 ex.; quelques uns sont déformés).

Toxaster complanatus Agass.

On trouve aussi une variété ayant le sommet ambulacraire beaucoup plus éloigné de l'anus. (50 ex. presque tous cassés et déformés, et d'assez petite taille).

Nucleolites Olfersii Agass. (3 ex. déformés.)

Pyrina pygæa Desor. (400 ex. de tout âge, mais les deux tiers sont déformés et cassés.)

Diadema Bourgueti Agass.

Je n'ai encore rencontré ce fossile dans aucune autre localité. Par contre, je n'y ai pas vu un seul *Diadema rotulare*, si fréquent ailleurs (3 ex. déformés).

— *Picteti* Desor. (2 ex. aplatis.)

Ce fossile n'a pas encore été rencontré ailleurs.

— *macrostoma* Agass. (3 ex.)

Cidaris punctata Rœm. (2 ex. avec une quarantaine de piquants, presque tous cassés.)

— *clunifera* Agass. (3 piquants cassés.)

(1) Ces deux espèces de Térébratules, qui viennent d'être établies par M. Alc. d'Orbigny, comprennent la *Terebratula biplicata v. acuta* de M. de Buch.

Cidaris hirsuta Nob. (1).

J'en ai recueilli plus de 300 exemplaires de piquants, et une quinzaine de fragments de test. C'est la seule localité où l'on ait encore rencontré ce fossile.

— *neocomiensis* Nob.

Plus rare que le précédent, avec lequel on le trouve, j'en ai recueilli 30 exemplaires.

Peltastes punctata Desor.

Se trouve avec les *Cidaris* précédents, mais toujours dans un très bon état de conservation à cause de sa forme aplatie et très petite (40 ex.).

Goniaster porosus (2) Agass.

On trouve quelques plaques marginales.

(1) MM. Agassiz et Desor ont bien voulu adopter plusieurs noms que j'avais donnés à quelques espèces nouvelles d'Oursins, pour les distinguer de celles déjà décrites (voir *Catalogue raisonné des Échinides*, p. 24).

(2) Voir *Notice sur les fossiles du terrain crétacé du Jura neuchâtelois*, par L. Agassiz (*Mém. de la Soc. des sc. nat. de Neuchâtel*, t. I, p. 143).

Goniaster Couloni Agass.

Plus abondante que l'espèce précédente, mais n'offrant aussi que des plaques marginales.

Asterias inédit. (1 ex.)

Pentacrinus neocomiensis Desor. (3 fragments de tige.)

POLYPIERS.

Scyphia neocomiensis Nob. nov. spec.

Très abondant; on le trouve quelquefois fixé sur des valves d'*Ostrea* ou sur des *Spongia*. Cette espèce renferme souvent des Térébratules et des Pyrines qu'elle englobe dans ses rameaux.

Scyphonia inéd.

Un peu moins abondant que l'espèce précédente.

Spongia inéd. Très abondant (150 ex.)

Ceriopora inéd. (15 ex. bien conservés.)

Le *faciès à grandes Ostracées* et *à Corbis* se présente sur un très grand nombre de points; c'est lui que l'on observe sur presque tout le littoral suisse et dans les vallées des Monts-Jura; il est surtout très bien développé à la Croix de l'Entrepôt de Censeau, à Nozeroy, aux ponts de Mièges et de Doye, à Trébief, etc. Les fossiles constituant ce faciès sont surtout remarquables par leur taille, qui dépasse généralement de beaucoup la grandeur des fossiles des autres faciès. Ainsi la grande *Ostrea Couloni*, dont la taille est quelquefois gigantesque, et qui s'y rencontre par douzaines, le *Corbis cordiformis*, le *Pecten Deshayei*, la *Perna Mulletii*, etc. En général, ces fossiles sont assez régulièrement distribués, et se retrouvent sur presque tous les points où l'on peut observer ce faciès. C'est surtout parmi les acéphales, qui sont les fossiles dominants, que l'on voit cette distribution uniforme; et l'on peut dire qu'il en existe très peu d'espèces que l'on n'ait pas encore rencontrées dans un grand nombre de localités. Ces acéphales ont le test assez mince et le plus souvent lisse, excepté les *Ostrea* et les *Avicula*, que l'on trouve toujours avec leur test; tandis que les autres, tels que *Corbis*, *Lucina*, *Arca*, *Trigonia*, *Nucula*, etc., sont tous à l'état de moule calcaréo-marneux, etc.

C'est dans ce faciès que l'on rencontre le plus de céphalopodes; il est vrai qu'ils sont presque toujours par fragments, assez petits, le plus souvent aplatis,

surtout les Ammonites, et je n'en ai pas encore rencontré un seul, dans la vallée de Nozeroy, qui soit entier; tandis que sur le littoral helvétique, comme derrière le château de Neuchâtel et à Hauterive, il n'est pas rare de rencontrer des individus très complets, et qui n'ont éprouvé aucune altération sensible dans leur forme. Cela s'explique par les positions respectives des deux régions: dans l'une, comme à Neuchâtel, les céphalopodes qui vivaient dans les parages sub-pélagiques et dans les hautes mers venaient s'échouer sur les côtes assez basses des régions neuchâteloises; au lieu que dans les fiords, comme dans celui de Nozeroy, les coquilles des Ammonites n'y parvenaient qu'en traversant les gorges étroites qui les mettaient en communication avec le grand bassin néocomien; de sorte qu'elles étaient presque toujours brisées et aplaties, et en assez petit nombre, ce qui explique la rareté des Nautiles et des Ammonites dans ces fiords et leur mauvais état de conservation.

Les gastéropodes sont assez rares, quoique cependant ce soit dans ce faciès qu'on en rencontre le plus; ils appartiennent en général à des espèces de grande taille, tel que *Pleurotomaria neocomiensis*, *Pteroceras pelagi*, *Natica bulimoides*, etc. On les trouve le plus souvent à l'état de moule, et isolés les uns des autres, excepté le *Pleurotomaria neocomiensis*, qui se montre presque toujours par familles de 10 à 15 individus de tout âge. Enfin, les échinodermes sont représentés par des genres de la famille des Spatangoïdes, tels que *Toxaster*, *Pyrina* et *Dysaster*, et par quelques *Diadema rotulare;* mais en général, ces échinides sont dans un très mauvais état de conservation, et plus des deux tiers sont aplatis et déformés par les chocs extérieurs qu'ont reçus les coquilles au moment de leur dépôt. Quant aux polypiers, ils sont en très petit nombre, et appartiennent au faciès précédent; car on ne rencontre que des individus usés qui ont été détachés des bancs coralligènes et roulés par les charriages. Ainsi, en résumé, on voit que cette faune indique un faciès littoral qui était assez sujet aux actions des grandes vagues, ce qui explique sa grande extension et son uniformité de composition dans les espèces qui le constituent.

FOSSILES DU FACIÈS A GRANDES OSTRACÉES ET A *CORBIS*

DES MARNES D'HAUTERIVE.

ANNÉLIDES.

Serpula.

Trois espèces inédites, dont l'une est remarquable par la réunion d'un grand nombre d'individus, formant comme un faisceau. Cette dernière espèce est très abondante; je l'ai recueilli à Censeau, aux ponts de Mièges et de Doye, et à Trébief.

CÉPHALOPODES.

Belemnites dilatatus Blainv. (T. R.)
Censeau.

— *bipartitus* Desh. (T. R.)
Censeau.

— *pistiliformis* Blainv. (R.)
Ponts de Mièges et de Doye.

Nautilus pseudo-elegans d'Orb. (R.)

Nozeroy, au bas du faubourg; Censeau et Trébief.

Ammonites Leopoldinus d'Orb. (R.)

J'en ai recueilli plusieurs fragments à Censeau et à Trébief.

— *cryptoceras* d'Orb. (R.)

Censeau.

— *clypeiformis* d'Orb. (T. R.)

Censeau.

— *Astierianus* d'Orb. (T. R.)

Trébief.

— *bidichotomus* Leym. (R.)

Censeau et le pont de Mièges.

— *Carteroni* d'Orb. (T. R.)

Censeau. J'en ai recueilli un très bel exemplaire à Hauterive.

— *radiatus* Brug. (T. R.)

Trébief et le pont de Doye.

GASTÉROPODES.

Pleurotomaria neocomiensis d'Orb. (N.)

Censeau, Nozeroy, les ponts de Mièges et de Doye, Trébief.

— *gigantea* Nob. (T. R.)

Trébief.

Turritella inédit.

J'en ai trouvé un exemplaire au bas du faubourg de Nozeroy.

Pteroceras pelagi d'Orb. (T. R.)

Le pont de Mièges.

Natica bulimoides d'Orb. (T. R.)

J'en ai recueilli un seul exemplaire au pont de Doye.

ACÉPHALES.

Cardium Cottaldinum d'Orb. (R.)

Le pont de Mièges.

— *Voltzii* Leym. (R.)

Trébief.

Astarte transversa Leym. (N.)

Censeau, Nozeroy, les ponts de Mièges et de Doye.

Astarte formosa Fitton (R.)

Nozeroy.

— *Beaumontii* Leym. (N.)

Le pont de Mièges et Trébief.

Lucina Cornueliana d'Orb. (R.)

Censeau et le pont de Mièges.

Corbis cordiformis d'Orb. (T. N.)

Se trouve en abondance et dans un bon état de conservation dans toutes les localités précédentes.

Trigonia carinata Agass. (R.)

Censeau et le pont de Doye.

— *sulcata* Agass. (R.)

Le pont de Mièges.

— *caudata* Agass. (T. R.)

Trébief.

— *rudis* Parkinson (T. R.)

Trébief.

Arca Gabrielis d'Orb. (R.)

Nozeroy, Censeau et Trébief.

Nucula impressa Sow. (R.)

Censeau.

Panopæa neocomiensis d'Orb. (R.)

Censeau et Nozeroy.

Pholadomya Scheuchzeri Agass. (R.)

Nozeroy.

Perna Mulletii Desh. (R.)

Nozeroy, les ponts de Mièges et de Doye.

Avicula Carteroni d'Orb. (R.)

Le pont de Mièges et Trébief.

Lithodomus oblongus d'Orb. (T. R.)

Trébief.

Venus Ricordeana d'Orb. (R.)

Le pont de Mièges.

Myoconcha inédit. (T. R.)

Censeau.

Janira neocomiensis. d'Orb. (R.)

Censeau, le pont de Doye et Trébief.

Lima Dupiniana d'Orb. (R).

Censeau.

— *undata* Desh. (R.)

Le pont de Mièges.

Pecten Deshayei Leym.

Je n'ai rencontré cette belle espèce qu'auprès de la croix de Censeau, où elle est assez commune.

Ostrea Couloni Defr.

Très caractéristique de ce faciès; on la trouve en abondance dans toutes les localités citées précédemment.

— *Boussingaultii* d'Orb. (C.)

Se trouve dans les mêmes localités que la précédente; mais elle est un peu moins abondante.

— *Tombeckiana* d'Orb.

Se trouve en très grande abondance, et le plus souvent elle est adhérente au test de l'*O. Couloni*.

Terebratula biplicata acuta de Buch. (T. N.)

Nozeroy, Censeau, Trébief et les ponts de Mièges et de Doye (voir ce que j'ai dit précédemment p. 139).

Rhynchonella impressa d'Orb. (N.)

Mêmes localités que la précédente.

ÉCHINODERMES.

Toxaster complanatus Agass. (N.)

Le plus souvent les exemplaires sont plus ou moins déformés.

Dysaster ovulum Agass. (R.)

Censeau et le pont de Mièges.

Diadema rotulare Agass. (T. R.)

Le pont de Mièges.

Pyrina pygæa Desor. (N.)

Censeau, Nozeroy, le pont de Mièges et Trébief.

Nucleolites Olfersii Agass. (T. R.)

Le pont de Doye et Nozeroy.

On trouve quelques polypiers roulés et usés du faciès corallien, qui ont été amenés par des charriages.

Le *faciès à Myacées* et *à Spatangoïdes* s'observe bien plus rarement que le précédent; il se trouve surtout dans les hauts-fonds des divers bassins et à la partie supérieure de ce groupe. Placée ainsi à l'abri des vagues, dans des positions qui permettaient aux êtres organisés qui la constituent de se développer et de vivre dans un milieu que réclamait la faiblesse de leur enveloppe extérieure, cette partie de la faune néocomienne présente les plus beaux phénomènes biologiques et mérite une étude minutieuse à cause des résultats paléontologiques auxquels elle conduit. Dans les deux faciès précédents nous avons vu que la faune, par sa composition d'espèces et même de genres, indique qu'ils se sont développés dans des régions où les vagues déferlaient avec une certaine intensité, et leur distribution est intimement liée à cette manière d'être, pour ainsi dire caractéristique des parages fortement battus par la mer. Ici, dans le faciès à Myacées et à Spatangoïdes, nous retrouvons les mêmes corrélations entre le lieu, le milieu et l'organisme, et les mêmes lois s'appliquent identiquement; en un mot l'harmonie constante que nous avons vue exister entre les différents dépôts et les êtres que l'on y trouve n'a pas cessé, et nous n'avons qu'un nouvel anneau à ajouter à cette belle chaîne des phénomènes naturels. Ainsi, ce faciès est un complément des deux autres, et est pour ainsi dire une conséquence forcée et inhérente à la distribution géographique du

dépôt néocomien dans les fiords des Monts-Jura. Car si, d'un côté, sur les points très exposés aux actions des vagues il s'est formé des dépôts à faciès coralligène; si d'un autre côté, dans les régions sur lesquelles l'action des vagues était moins forte, il y a un organisme, présentant un faciès approprié à ce genre de dépôt, tel que le faciès à grandes Ostracées et à *Corbis*, il a dû y avoir nécessairement, dans les parages situés derrière ceux que nous venons de considérer, des points parfaifaitement tranquilles, où les dépôts se sont effectués dans le plus grand calme, et où par conséquent l'organisme a pu offrir un développement analogue à ces sortes de stations, c'est-à-dire composé d'êtres dont les enveloppes étaient très minces et dont les organes étaient en relation avec ce milieu de vases tranquilles. C'est aussi ce que l'on trouve, et le faciès à Myacées et à Spatangoïdes remplit parfaitement cette place dans la faune néocomienne.

Ce faciès, quoique assez fréquent, se rencontre cependant plus rarement que le faciès à grandes Ostracées et à *Corbis*, qui, ainsi que nous l'avons dit, est la manière d'être la plus ordinaire des marnes d'Hauterive. C'est surtout en suivant la nouvelle route de Censeau à Mièges, un peu avant l'Ermitage et aussi 200 mètres avant d'arriver à Mièges, que l'on peut le mieux observer ce faciès, ainsi qu'en montant de Trébief à Billecul. Là on trouve les fossiles dans la position même où ils ont vécu, associés par familles et dans un excellent état de conservation. La faune constituant ce faciès est composée de la manière suivante : les crustacés ne sont représentés que par quelques rares fragments de pinces et de carapaces indéterminables; les annélides, si nombreux en espèces et en individus dans les deux faciès précédents, ne présentent ici qu'une seule espèce, il est vrai en assez grande quantité : c'est la *Serpula quinquecostata*, Rœm., qui peut être regardée comme caractéristique de ces sortes de stations; on la rencontre le plus souvent libre, très rarement accolée deux à deux et jamais sur le test des fossiles. Les céphalopodes sont extrêmement rares; je n'en ai vu jusqu'à présent que deux exemplaires, appartenant à de jeunes individus de l'*Ammonites cryptoceras*. Les gastéropodes y sont moins rares, quoique cependant ils y soient en plus petit nombre que dans le faciès à grandes Ostracées et à *Corbis;* ils appartiennent aux genres *Pleurotomaria* et *Rostellaria*. Quant aux acéphales, ils se montrent en assez grand nombre non seulement en espèces, mais aussi en genres ; ainsi l'on y trouve des *Cardium*, des *Ceromya*, *Lucina*, *Trigonia*, *Arca*, *Mactra*, *Venus*, *Panopœa* ou *Myopsis*. Ce dernier genre, appartenant à la grande famille des Myacées, s'y présente surtout en très grande abondance; on y trouve plusieurs espèces, telles que les *Myopsis neocomiensis*, *unioides* et *Carteroni*, réunis par familles de quarante à cent individus de tout âge, et dans la position normale où ils ont vécu, la partie buccale enfoncée perpendiculairement dans la vase. Cette manière d'être des Myes et de plusieurs autres genres d'acéphales est un caractère général qui se retrouve dans les divers étages du terrain jurassique, ainsi qu'on peut le voir dans la première partie de ce mémoire ; de sorte qu'il est bien vrai de dire que là où les phéno-

mènes de dépôts sont les mêmes, un organisme analogue s'est développé et a présenté le même mode d'accroissement. Les acéphales sont presque tous à l'état de moule sans test, test qui devait être très mince, comme le montrent les faibles empreintes qu'il a laissées sur les moules et les fragments que l'on en trouve quelquefois. Cette faiblesse du test est d'ailleurs en corrélation directe avec les stations vaso-marneuses tranquilles dans lesquelles ces êtres se sont développés. Enfin, les échinodermes sont représentés par un assez grand nombre de genres de la famille des Spatangoïdes, qui, comme on le sait, est composée exclusivement d'individus à test très mince et armés de piquants extrêmement petits et délicats. Les différentes espèces et même les genres ne se trouvent pas confondus tous ensemble, mais ils sont au contraire réunis par groupes composés d'un assez grand nombre d'individus et distribués très régulièrement dans les diverses localités. Ainsi, le *Toxaster complanatus* se présente par centaines sur différents points, tandis que sur d'autres il devient assez rare et a été alors remplacé par d'autres espèces, telles que le *Holaster L'Hardy* et le *Nucleolites Olfersii*, qui se trouvent aussi par nids de trente à deux cents individus de tout âge. On rencontre aussi assez fréquemment deux autres espèces de *Nucleolites*, ainsi qu'un *Holectypus*. Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que c'est dans ce faciès que l'on trouve pour ainsi dire exclusivement le *Diadema rotulare*, espèce à test extrêmement mince et armé d'un très petit nombre de tubercules ; tandis que le *Diadema Bourgueti*, qui présente un très grand nombre de tubercules, ne s'est jamais montré dans ce faciès, rarement dans le faciès à grandes Ostracées et à *Corbis*, et au contraire assez fréquemment dans le faciès corallien. Ainsi, l'on voit que les diverses espèces de Diadèmes se sont aussi appropriées aux milieux dans lesquels elles se trouvaient placées, et qu'il n'y a pas un seul fossile dans ce faciès qui s'y trouve déplacé par l'épaisseur ou les aspérités de son enveloppe coquillière. Quant aux polypiers, ils sont extrêmement rares ; on les rencontre quelquefois à la partie tout à fait supérieure, représentés par des espèces appartenant aux genres *Tragos* et *Eteropora*.

LISTE DES FOSSILES DU FACIÈS A MYACÉES ET A SPATANGOIDES

DES MARNES D'HAUTERIVE.

CRUSTACÉS.

Pinces et carapaces en fragment. Ermitage de Censeau.

ANNÉLIDES.

Serpula quinquecostata Rœm. (T. N.)
Ermitage de Censeau, Mièges et Billecul.

— inédit. (R.)
Ermitage de Mièges.

CÉPHALOPODES.

Ammonites cryptoceras d'Orb. (2 exemp. de jeunes individus.)
Mièges.

GASTÉROPODES.

Pleurotomaria neocomiensis d'Orb. (N.)
Mièges, Ermitage de Censeau.

Solarium neocomiense d'Orb. (T.R.)
Mièges.

Rostellaria Dupiniana d'Orb. (T.R.)
Mièges.

— *Robinaldina* d'Orb. (T. R.)
Mièges.

ACÉPHALES.

Cardium Voltzii Leym. (N.)
Mièges, Billecul et l'Ermitage de Censeau.

— *Cottaldinum* d'Orb. (N.)
Mièges et l'Ermitage de Censeau.

Ceromya neocomiensis Agass. (T. R.)
Mièges.

Cyprina rostrata Fitton. (T. R.)
Mièges.

Lucina Cornueliana d'Orb. (N.)
Mièges et Billecul.

— *Dupiniana* d'Orb. (R.)
Mièges.

Trigonia caudata Agass. (R.)
Billecul, Mièges et l'Ermitage de Censeau.

Arca Gabrielis d'Orb. (T. R,)
L'Ermitage de Censeau et Mièges.

— *Carteroni* d'Orb. (T. R.).
Mièges.

— *Raulini* d'Orb. (R.)
Mièges et Billecul.

Myopsis neocomiensis Agass. (T. N.)
Se trouve par familles de 30 à 60 individus de tout âge. Mièges, Billecul et l'Ermitage de Censeau.

— *Carteroni* Agass. (N.)
Billecul et l'Ermitage de Censeau.

— *unioides* Agass. (N.)
Mièges.

— *lateralis* Agass. (R.)
Mièges.

— *lata* Agass. (R.)
Billecul.

Myopsis curta Agass. (N.)
Ermitage de Censeau et Billecul.

Pholadomya elongata Münst. (R.)
Mièges.

— *semicostata* Agass. (T. R.)
Billecul.

Donacilla Couloni d'Orb. (N.)
Mièges et l'Ermitage de Censeau.

Mactra matronensis d'Orb. (R.)
Mièges.

— *Carteroni* d'Orb. (T. R.)
Billecul.

Anatina Agassizii d'Orb. (T.R.)
Mièges.

Goniomya caudata Agass. (T. R.)
L'Ermitage de Censeau.

Cercomya inflata Agass. (T. R.)
Billecul.

Platymya dilatata Agass. (T. R.)
Mièges.

— *tenuis* Agass. (T. R.)
Mièges.

Corimya Nicoleti Agass. (T. R.)
Mièges.

Venus Brongniartina Leym. (R.)
Mièges.

— *Robinaldina* d'Orb. (N.)
Billecul, Mièges et l'Ermitage de Censeau.

— *Cornueliana* d'Orb. (T. R.)
Mièges.

Janira neocomiensis d'Orb. (R.)
Mièges et Billecul.

Plicatula Carteroniana d'Orb. (T. R.)
Mièges.

Ostrea Boussingaultii d'Orb. (R.)
Mièges et l'Ermitage de Censeau.

Rhynchonella impressa d'Orb. (T. N.)
Billecul, Mièges et l'Ermitage de Censeau.

Terebratula biplicata v. acuta de Buch. (N.)
Billecul, Mièges et l'Ermitage de Censeau. (Voir ce que j'ai dit précédemment p. 139.)

— *Marcousana* d'Orb. (N.)
Je ne l'ai encore rencontré qu'à Billecul et près d'Iverdon (canton de Vaud).

RADIAIRES.

Dysaster ovulum Agass. (T. R.)
Mièges.

Nucleolites Olfersii Agass. (N.)
Billecul et l'Ermitage de Censeau.

— *subquadratus* Agass. (R.)
Billecul et Mièges.

— *Nicoleti* Agass. (T. R.)
Ermitage de Censeau.

Pyrina pygæa Desor. (T. R.)
Mièges.

Toxaster complanatus Agass. (T. N.)
Se trouve par cinquantaine à la fois. Mièges, Billecul et l'Ermitage de Censeau.

Holaster L'Hardy Dubois.
Se trouve en très grande abondance à Billecul, mais est assez rare à Mièges et à l'Ermitage de Censeau.

Holectypus macropygus Desor. (R.)
Billecul.

Diadema rotulare Agass. (N.)
Billecul, Mièges et l'Ermitage de Censeau.

Salenia foliumquerci Desor. (T. R.)
J'en ai recueilli un seul exemplaire à Billecul.

POLYPIERS.

Tragos, inédit. (R.)
Mièges et l'Ermitage de Censeau.

Eteropora, inédit (R.)
Billecul et l'Ermitage de Censeau.

Le *faciès de charriage* ne se présente que sur un assez petit nombre de points, et surtout dans le fond du fiord à partir de Charbony, Lent, Comte et Sirod, là où la vallée néocomienne n'a plus que 200 ou 300 mètres de large et où elle forme des espèces de langues terminales qui viennent se réunir à la grande vallée. Dans ces régions de charriage, les marnes, devenues très sableuses, n'ont qu'une très faible épaisseur, et quelquefois même elles manquent complétement, soit qu'elles aient été enlevées par des érosions postérieures, ou bien que déjà la mer néocomienne se fût retirée de ces parties lors de leur dépôt.

La faune que l'on rencontre dans ce faciès est très peu variée et est peu nombreuse; elle se compose presque exclusivement d'espèces de petite taille, à forme ellipsoïdale, telles que *Dysaster ovulum*, *Nucleolites Olfersii* et *Nicoleti*, *Toxaster complanatus*, *Holaster L'Hardy*, *Diadema rotulare*, *Lucina Cornueliana*, *Cardium Voltzii*, *Terebratula*, etc. Quant aux *Ostrea Couloni*, *Corbis cordiformis*, *Janira*, *Lima*, etc., il est extrêmement rare d'en rencontrer, et encore ce ne sont jamais que des fragments usés et roulés; tandis que les espèces de petite taille citées précédemment se présentent dans un assez bon état de conservation; seulement l'on voit des traces de charriage sur plusieurs parties du test, qui, primitivement couvertes d'aspérités, se trouvent là presque complétement lisses, ou du moins très arrondies. D'ailleurs, ces fossiles appartiennent tous à des espèces dont les coquilles

étaient extrêmement minces, et qui, lorsque la partie organique de l'animal était complétement décomposée, devaient très facilement surnager et être emportées par les vagues, qui les rejetaient ensuite sur les plages des extrémités du fiord. De sorte que cette faune du faciès de charriage n'est qu'une conséquence, comme il était facile de le prévoir, du mode même de formation de ces dépôts.

En résumé, l'on voit que les différents faciès que je viens de décrire sont parfaitement distincts les uns des autres, et sont en rapport avec les circonstances physiques dans lesquelles chacun d'eux s'est développé. Cependant, je ferai remarquer qu'ils ne sont que les diverses subdivisions d'un faciès général différent des faciès littoraux ordinaires, que je désignerai sous le nom de *faciès fiordique* ou de golfes. Ce genre de faciès doit surtout s'observer dans les régions où jadis existaient un grand nombre d'îles et de presqu'îles qui devaient ainsi denteler les rivages et former un grand nombre de golfes et de baies, où les êtres organisés ont pu alors, pour ainsi dire, se choisir les points où ils pouvaient le mieux se développer et se parquer dans des régions très restreintes. Les Monts-Jura ont présenté à un très haut degré ce genre de côtes dentelées pendant la période de la mer néocomienne; aussi y trouve-t-on tous ces faciès fiordiques très développés et distribués avec beaucoup de symétrie dans chacun des fiords qui ont depuis formé les vallées longitudinales de ces montagnes.

5° Calcaire à grains verts.

Caractères généraux. — Calcaire très compacte, gris-jaunâtre, le plus souvent renfermant une très grande quantité de grains verts de fer hydro-silicaté. Des assises marneuses peu puissantes alternent à la partie inférieure.

SYNONYMIE.
- Canton de Neuchâtel. *Calcaire jaune, qui parfois aussi est rougeâtre, ou bleuâtre, ou même verdâtre.* De Montmollin.
- Vallée de la Chaux-de-Fonds. *Calcaire oolitique jaune désagrégé.* Nicolet.
- Le Mont-Salève. *Calcaires marneux et jaunes à grains verts.* Favre.
- Département de l'Ain. *Groupe moyen.* Itier.
- La Provence. *Terrain aptien.* Alcide d'Orbigny.

Pétrographie et géognosie. — Calcaire jaune, compacte, variant du bleu grisâtre au verdâtre, et renfermant alors une très grande quantité de grains de fer hydro-silicaté. Cette dernière manière d'être de ce calcaire est celle que l'on rencontre généralement dans toute la vallée de Nozeroy, tandis qu'elle n'est que l'exception aux environs de Neuchâtel, où ils sont jaunes. La cassure est esquilleuse, quelquefois raboteuse et inégale. Texture serrée et structure lamelleuse. La stratification est régulière, par assises variant de 0,10 à 0,60 centimètres; avec quelques alternatives à la partie inférieure de minces couches de marnes grises-bleuâtres, renfermant souvent une très grande quantité de débris de fossiles, triturés et méconnaissables. On rencontre plusieurs assises qui présentent un

calcaire beaucoup plus vert que les autres, et qui a un aspect miroitant du plus bel effet; il est composé en grande partie de débris d'échinides et de crinoïdes passés à l'état spathique et formant lumachelle. Ce calcaire se présente dans tout le bassin de Nozeroy, sur les hauteurs des vallées, et principalement dans le milieu du bassin; ainsi, entre Mièges et Censeau, il est développé sur toute la route qui réunit ces deux villages, et Nozeroy lui-même est bâti sur ce calcaire. — La hauteur de ce groupe varie de 10 à 25 mètres.

Paléontologie. — Les fossiles, quoique très nombreux dans cette division, sont presque tous indéterminables, à cause de leur mauvais état de conservation. Ils appartiennent presque tous à des espèces qui ont la plus grande analogieavec celles que l'on rencontre dans les marnes d'Hauterive; il n'y en a qu'une seule qui puisse être regardée comme véritablement caractéristique, à cause de sa fréquence et de son assez bon état de conservation, c'est l'*Ostrea sinuata* Sow., caractéristique du terrain aptien de la Provence; on la rencontre attachée sur les assises calcaires, dans la position même où elle vivait réunie en très grand nombre. On trouve aussi, dans les premières assises, une assez grande quantité de Térébratules et de polypiers spongieux, appartenant surtout au genre *Hierea;* c'est principalement vers l'Ermitage de Censeau et à Billecul qu'on les rencontre le mieux conservés. Cependant, un fait digne de remarque, c'est que l'on n'a encore trouvé sur aucun point des Monts-Jura ces beaux céphalopodes du terrain aptien de la Provence, si bien décrits, dans sa *Paléontologie française*, par M. Alcide d'Orbigny, qui les a désignés sous les noms de *Crioceras*, *Toxoceras*, *Ancyloceras*, *Helioceras*, etc. Cette absence de ces genres de céphalopodes est une conséquence pour ainsi dire forcée de la position fiordique de ces parties de l'Océan néocomien. J'ai trouvé, près de l'Ermitage de Censeau, plusieurs dents de *Pycnodus Couloni*, que M. Agassiz regarde comme très voisin du *Pycn. gigas*, que l'on trouve dans le groupe portlandien.

6° Calcaire blanc ou première zone de Rudistes.

Caractères généraux. — Calcaire blanc, souvent blanc-cendré, très compacte, renfermant un très petit nombre de fossiles.

SYNONYMIE.
- Canton de Neuchâtel. Manque.
- Canton de Vaud et le Mont-Salève. *Etage néocomien supérieur.* Favre.
- Département de l'Ain. *Groupe supérieur, ou calcaire blanc.* Itier.
- Provence et Savoie. *Première zone de Rudistes.* Alcide d'Orbigny.

Pétrographie et géognosie. — Calcaire blanc, ou gris-bleu clair, quelquefois sub-crayeux et très oolitique, ressemblant alors à l'oolite corallienne des environs de Porrentruy. Texture serrée, souvent très compacte, ayant quelquefois l'aspect du calcaire portlandien; la structure, en petit, est massive; en grand, elle est quelquefois sub-schistoïde, s'enlevant par dalles assez minces, ou bien elle se

présente par bancs énormes très bien stratifiés. Les accidents spathiques en cristaux géodiques ou en veinules sillonnant les joints des strates sont très fréquents, surtout dans les assises supérieures. — La hauteur du groupe varie de 20 à 40 mètres.

Paléontologie. — Les fossiles sont peu nombreux et presque tous indéterminables ; plusieurs assises sont composées d'une espèce de lumachelle coralligène, formée entièrement de débris de coraux, de crinoïdes et de Térébratules, mais tous ces fossiles sont tellement triturés et broyés qu'il est impossible de les étudier. Ce faciès à coraux et à Térébratules se montre dans presque toutes les régions du néocomien supérieur des Monts-Jura, et dans la vallée de Nozeroy il est même le seul que l'on rencontre ; il y présente tout à fait le même aspect que sur le grand Salève au-dessus du village d'Essert, où il a été très bien décrit par M. Favre. Les *Radiolites* et les *Caprotina*, qui se présentent en si grande abondance dans ce groupe, sur presque tous les points néocomiens du département de l'Ain et de la Savoie, n'ont pas encore été rencontrés dans les départements du Jura et du Doubs, ainsi que ces belles dents de *Pycnodus*, si communes à Allemogne et à Thoiry, près de Genève. Cependant, les assises que je viens de décrire sont bien synchroniques de celles qui renferment ces fossiles dans les régions citées plus haut, et leur absence ne peut être attribuée qu'à une distribution géographique des êtres organisés. Je ne m'étendrai pas davantage sur ce groupe, à cause de son peu de développement dans la vallée de Nozeroy, et je renvoie, pour plus de détails, à cette excellente partie du mémoire déjà cité de M. Favre, sur le Mont-Salève et les environs de Genève.

Au-dessus des assises de ce groupe de calcaire blanc se trouvent les premières couches de l'étage du gault. Mais comme cet étage n'est représenté que par quelques petits lambeaux disséminés çà et là dans les vallées néocomiennes du Jura, dont un seul de ces lambeaux se trouve dans la vallée de Nozeroy, près du village de Charbony, où il couvre un espace de 3 mètres carrés seulement, je renvoie sa description à un travail plus général que je me propose de faire par la suite sur le terrain crétacé des chaînes des Monts-Jura.

Résumé. — L'étage néocomien se présente donc dans le Jura salinois avec toutes les subdivisions qu'on lui connaît dans les autres régions, et de plus il y renferme un groupe local et tout à fait spécial à quelques vallées néocomiennes des Monts-Jura ; c'est le groupe du fer limonite, dont la faune offre un des phénomènes biologiques les plus curieux, et qui mérite le plus de fixer l'attention des géologues paléontologistes. La faune des marnes d'Hauterive présente aussi un très grand intérêt, à cause de ses divers faciès et de leur distribution dans le bassin de Nozeroy ; et si je me suis beaucoup appesanti sur la description de ce groupe, c'est parce que je crois que c'est par des études pareilles que l'on fait véritablement avancer la science, et que c'est ainsi poser des bases pour en tirer ensuite des généralités vraiment solides et philosophiques. Quant aux groupes

aptien et des Rudistes, quoique présentant un assez beau développement, ils n'offrent cependant pas un aussi grand intérêt, surtout sous le rapport paléontologique, que dans les régions savoisiennes et provençales.

Coupe de l'étage néocomien. — Dans les descriptions des groupes, j'ai indiqué les localités principales où l'on pouvait les observer, et j'ai pour ainsi dire décrit toutes ces localités les unes après les autres; de sorte que je crois inutile de donner ici des coupes bien détaillées, et qu'il vaut mieux donner une coupe générale du bassin. (Voir pl. I, fig. 2.)

Technologie. — Les vallées néocomiennes sont généralement très fertiles et couvertes de superbes prairies, qui font contraste avec les noires forêts de sapins qui longent les deux crêtes d'oolite supérieure formant le bassin. De nombreuses vallées d'érosion les sillonnent ordinairement, et mettent à découvert les tranches des couches, et il arrive très souvent que le fond de ces vallées est occupé, soit par des tourbières qui s'étendent quelquefois sur de très grands espaces, soit par de petits lacs, tels que ceux des Rousses, de Joux, de Saint-Point, etc. Les calcaires, surtout ceux de couleur jaune sont exploités pour la construction des bâtiments, ce qui produit un assez bel effet dans les campagnes; ainsi à Censeau, Nozeroy, Mièges, etc., toutes les maisons sont construites en calcaire jaune. Quant au calcaire blanc, ou à Rudistes, on l'exploite pour fabriquer des marbres, qui sont susceptibles d'atteindre à un très beau poli; cette exploitation a surtout lieu derrière les villages de Thoiry et d'Allemogne, dans le pays de Gex (Ain). Enfin, la limonite est exploitée pour les hauts-fourneaux, et les marnes sont employées à l'amendement des terres.

II.

ESSAI SUR LA DISTRIBUTION

GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

DES

MINÉRAUX, DES MINERAIS ET DES ROCHES,

SUR LE GLOBE TERRESTRE,

AVEC DES APERÇUS SUR LEUR GÉOGÉNIE,

PAR A. BOUÉ.

Magnorum virorum judicio credo, aliquid et meo vindico.
(SÉNÈQUE.)

AVANT-PROPOS.

Chaque science a ses progrès marqués par quelque genre particulier d'observations. Longtemps la géologie ne fut que le reflet des phénomènes volcaniques; plus tard, on délaissa Pluton pour n'apercevoir que l'influence de Neptune. Aujourd'hui, tout partage fait entre ces deux divinités, les restes organiques sont devenus la boussole du géologue au détriment de la géognosie minéralogique. Cependant on recherche plus que jamais les explications géogéniques, qui dépendent autant et plus même des découvertes minéralogiques et chimiques, que de celles qui se font en botanique et en zoologie. C'est cette idée qui m'a engagé à risquer ce mémoire sur la géographie, le gîte et la géogénie des minéraux et des roches. Vu nos observations encore limitées, vu le petit nombre de mes devanciers et la difficulté du sujet, j'ai besoin de beaucoup d'indulgence et suis toujours prêt à changer ma modeste monnaie contre celle de meilleur aloi. Mais qu'on rende au moins justice à mes bonnes intentions, qu'on me pardonne quelques redites

nécessaires et qu'on m'accorde quelques moments d'attention, quand bien même on ne trouverait ici presque aucun nom nouveau d'animaux ou de plantes. Point d'anathème en un mot, et qu'on veuille se rappeler que la minéralogie est la base de tout ce qui existe.

La distribution des grandes masses minérales sur la surface terrestre n'est pas un effet du hasard ; au contraire, elle paraît soumise à de grandes lois dépendantes des phases de formations et d'encroûtement par lesquelles a passé notre terre. Tel est l'axiome qui déjà découle évidemment du résumé de nos connaissances sur la géognosie et la géographie géologique, comme je l'ai développé dès 1833 dans mes divisions de la terre en régions géologiques diverses (voyez *Bull. Soc. géol. de Fr.*, vol. III ; *Rapp. des progrès de la géol.*, p. 81 à 86, et *Guide du géologue voyageur*, vol. II, p. 354-369), et en 1833 dans mon *Essai sur la géologie du globe* (voyez *Bullet.* N. S., vol. I, p. 296-371). C'est un des grands résultats des nombreux voyages d'histoire naturelle, qui ont été exécutés de nos jours dans toutes les parties du monde : ainsi les récits les moins complets, les impressions les plus fugaces des voyageurs acquièrent un prix infini en venant ajouter, quoique souvent à leur insu, une pierre à l'édifice véritable de la nature, dont le plan de construction est l'étude du géologue. — Mais si les masses minérales sont dans un certain ordre autant géographique que géologique, puisqu'elles ne sont que l'assemblage de minéraux divers, n'est-il pas probable, *a priori*, qu'on pourra découvrir certaines lois constantes pour la distribution de ces derniers sous ces deux rapports? Or ce soupçon est en partie déjà une réalité prouvée, quoiqu'il lui manque encore nombre de faits qui l'étayeront un jour.

D'abord la minéralogie est loin d'être une science complète ; au point de vue géologique, ses bases mêmes ne sont posées qu'imparfaitement et ne pourront l'être que dans un état plus avancé de la chimie. Le plus souvent les espèces minérales ont été décrites jusqu'ici plutôt pour le minéralogiste que pour le géologue, car l'un n'a pour tâche que de distinguer, au moyen de figures mathématiques, de formules chimiques ou de toute autre manière mixte, les espèces et de réunir les variétés sous un type commun ; tandis que l'autre, ne cherchant qu'à étudier le règne minéral en grand, doit voir les choses du point de vue philosophique le plus élevé de la géogénie. Une espèce n'existant qu'en un petit nombre d'échantillons, dût-elle avoir la forme la plus décidée, les propriétés physiques les plus singulières, tant qu'elle n'est pas analysée et que son gîte n'est pas connu, elle reste une inutilité momentanée pour le géologue, tout en intéressant beaucoup le minéralogiste. Aussi ne voyons-nous guère de classements géologiques des minéraux, ou tout au moins aucun essai de ce genre n'est-il complet. Ensuite, la topographie minéralogique, ainsi que l'étude du gîte individuel, des minéraux sont des sujets à peine ébauchés. Si les données manquent, celles qu'on possède n'ont pas été utilisées convenablement, parce que ces sortes d'observations sont enfouies trop souvent dans de volumineux traités ou dans la masse des journaux

périodiques, qui tous les jours devient plus effrayante, grâce à l'affluence des travailleurs et surtout à cause du désir immodéré de chaque rédacteur de tenir ses abonnés au fait de presque toutes les découvertes scientifiques. Les doubles emplois sont l'écueil du jour.

Si l'on a cru être arrivé à quelques généralisations, soit sur le gîte des minéraux, soit sur leur distribution géographique, trop souvent les conclusions ont été aussi fausses que les systèmes géologiques. D'autres fois on n'en a pas pu dire davantage pour le moment, ou bien on n'a pas compilé assez habilement et considéré ces intéressants sujets sous toutes leurs faces. C'est ainsi qu'on a ajouté à chaque classe de roches ou à chaque terrain la liste de leurs minéraux particuliers; or ces catalogues, très imparfaits d'abord, n'ont pu se compléter et se corriger qu'à mesure que les sciences minéralogique et géologique se sont perfectionnées. D'autre part, on a voulu restreindre dès longtemps certains minéraux et surtout certains minérais ou métaux à certaines roches ou formations. L'ancienne distinction des terrains anciens métallifères était fondée sur ce principe. Mais les progrès de la science ont montré qu'on avait émis autant d'erreurs que de vérités. D'ailleurs, on a négligé presque toujours de rechercher les causes de la distribution des minéraux, soit par suite de l'état de la science, soit en l'oubliant de passer du connu à l'inconnu, au lieu de se laisser éblouir par les théories chimiques ou géologiques du moment.

Quant à la distribution géographique des minéraux, certaines espèces ont été reconnues propres au Nord, même dans les deux hémisphères, d'autres n'ont été vues que dans les pays tropicaux. Certains minéraux ont été indiqués dans quelques pays, tandis qu'ils sont très rares ou n'existent nulle part ailleurs. Enfin, quelques autres ont leur gîte et leurs localités restreints à un ou deux points du globe. Beaucoup de données de ce genre se trouvent, je le répète, relatées, mais un résumé substantiel de ces petits faits ne se lit nulle part; de telle manière que, la généralisation manquant, l'utilité en reste inaperçue, et les auteurs ont peur de surcharger leurs opuscules de données de topographie minéralogique pure. Si la description minutieuse des diverses modifications des formes cristallines est nécessaire au cristallographe pour pouvoir les réduire à un certain nombre de figures fondamentales, de même les nombreux catalogues tout aussi secs de topographie minéralogique sont nécessaires pour amener le géologue à des conclusions sur la distribution géographique des minéraux. Ces déductions ne peuvent même s'entrevoir encore qu'en partie, et les plus intéressantes restent réservées probablement à ceux qui viendront après nous.

Considérant ce dernier sujet sous un autre point de vue, ne peut-on pas se permettre le raisonnement géologique suivant : l'intérieur du globe est composé de métaux divers, on le croit généralement dans l'état actuel des sciences naturelles, savoir la géodésie, la physique, la chimie et la géologie. Ces métaux ont chacun des propriétés particulières, physiques et chimiques, c'est un fait;

mais ces caractères divers ne leur permettent pas d'être mélangés ensemble sans observer un certain ordre. On devra supposer que ces matières métalliques et métalloïdes sont encore dans un état de fluidité ignée ou déjà à demi refroidies ou même solides. Mais si un tel arrangement régulier existait, si, au lieu d'un mélange informe, d'un alliage universel ou de quelques alliages, on ne devait admettre qu'un réseau métallique d'un genre défini ou même un sphéroïde composé de bandes ou enveloppes métalliques reticulées de diverse nature, qu'en résulterait-il ? Dans ce cas, loin d'être indifférent pour le calorique et le fluide magnétique, qui vivifient notre terre et tout ce qui lui appartient, cet ordre fournirait à ces agents des moyens d'excitation et de propagation, et serait peut-être une nécessité absolue pour la circulation gyratoire et éternelle du magnétisme terrestre, tandis que ce dernier serait de son côté la cause première de cet ordre.

Ignis ubique latet : naturam amplectitur omnem,
Attrahit et pulsat, dividit atque parit.

Si cette idée était admissible, des perturbations dans ces bandes ou circuits métalliques pourraient servir à expliquer les tremblements de terre, leur étendue et leur propagation, en même temps qu'on comprendrait pourquoi ils sont accompagnés de dérangements dans les oscillations de l'aiguille aimantée; tandis que des mouvements ou dislocations de ces mêmes bandes d'excitation seraient les causes des déclinaisons diurnes et séculaires de l'aiguille aimantée vers l'Ouest ainsi que de sa marche rétrograde, et de ses phénomènes d'inclinaison. De plus, comme corollaire, on entreverrait comment le magnétisme terrestre a pu être, par son mouvement ordinaire, la cause première des effets ou des catastrophes qui ont donné à nos continents leur forme pointue australe au milieu de vastes déchirures et affaissements du reste du globe, tandis que l'action destructive des eaux se résume en des cavités ou échancrures faisant face à l'Est ou à l'Ouest. Les régimes destructeur et constructeur des continents formeraient donc deux directions déterminées et se coupant à angle droit, savoir celui de l'eau selon les parallèles, et celui de l'agent intérieur ou magnétique suivant les longitudes.

Il deviendrait donc de la première importance de connaître la distribution des masses métalliques de l'intérieur de la terre; mais pour les plus profondes nous ne le pourrons jamais, quoiqu'il se puisse qu'un jour les aérolithes et surtout les phénomènes magnétiques amènent à quelque idée théorique plausible sur la structure du noyau terrestre. En effet, si le magnétisme n'est pas encore assez étudié, les aérolithes et les fers météoriques sont réputés pour le moment des fragments d'astéroïdes. Les uns et les autres offrent des caractères particuliers d'arrangement, savoir surtout du fer natif nickelifère avec une cristallisation en treillis et divers minéraux disséminés ou en veines dans ce fer. Pourrait-on sup-

poser que la structure de notre noyau approche de celle du fer météorique, tandis que les autres aérolithes à matières hétérogènes et en partie sulfurées, ainsi que le fer météorique à olivine, donneraient un grossier aperçu des couches supérieures de l'intérieur inconnu de notre planète?

Quant aux masses tout à fait extérieures et encroûtées par nos formations minérales connues, une voie paraît déjà ouverte pour en soupçonner la nature, savoir l'observation des minéraux dominant dans chaque espace un peu considérable de la surface terrestre, et leurs espèces caractéristiques; car ces substances métalliques ou terreuses sont provenues, pour la plupart, des entrailles du globe. Néanmoins une condition est nécessaire pour ne pas rendre notre raisonnement illusoire, c'est la réalité des corps simples de la chimie moderne; car s'il était prouvé que nos métaux et métalloïdes peuvent se réduire à un bien plus petit nombre, ou que tel ou tel métal n'est qu'une modification particulière de quelqu'autre, nos inductions perdraient beaucoup de leur valeur.

Une *première considération* qui frappe, et qui semble montrer que dans la nature tout est régi par les mêmes causes locales, c'est que le règne minéral de la zone tropicale paraît faire le pendant de sa flore et de sa faune par la richesse et la beauté de ses minéraux, quand on les compare aux productions des autres zones. Les tropiques sont le berceau des gemmes les plus précieuses, des diamants, des rubis, des saphirs, des cymophanes, des plus belles émeraudes et topazes, etc. Certaines de ces espèces se trouvent à la vérité aussi dans d'autres zones, mais en général elles n'y ont pas toujours une eau si pure, des couleurs si vives, en sorte que le joaillier les estime bien moins.

Serait-il donc tout à fait paradoxal de penser que la chaleur et la lumière tropicale sont pour quelque chose dans cet accident minéralogique? Ces agents invisibles, pénétrant les masses en apparence les plus denses, n'ont-ils pas pu influer sur la formation plus complète des gemmes par un ultra-plutonisme ou métamorphisme zonal ou local? Tout au moins, n'ont-ils pas pu apporter certaines modifications aux actions qui ont produit ces minéraux non loin de la surface terrestre? Or, c'est surtout ceux-là dont nous nous servons. — D'après cela on aurait exagéré en prétendant, comme on l'a fait souvent, que le règne minéral ne participe pas du tout aux particularités climatériques des flores et des faunes et a le même aspect sous toutes les zones.

Une *seconde considération* générale nous est offerte par la nature minéralogique de notre Nord dans les deux hémisphères. Ce n'est pas assez qu'il soit occupé principalement par des schistes cristallins et des roches granitoïdes ou porphyriques; ces masses renferment de plus des amas énormes de fer et de cuivre avec un peu d'argent, ainsi qu'un nombre considérable, et encore imparfaitement connu, d'espèces minérales qu'on ne voit guère ailleurs. On pourrait presque croire qu'il y a eu d'autant plus de tendance à la formation de certains cristaux dans les schistes cristallins du Nord, qu'ils ne contenaient pas la quan-

tité de grands amas granitiques des autres zones, et que le granite y était plus en filons et culots qu'en masses éruptives considérables.

Parmi ces minéraux, je me contenterai d'énumérer les suivants : 1° les minéraux à cérium : cérérite, cérium carbonaté et fluaté, ainsi que cryptolithe; 2° ceux à cérium et yttria, pyrorthite, gadolinite, yttrocérite, pyrochlore; 3° ceux à cérium, yttria et lantane, orthite, euxénite, monazite, tchewkinite; 4° ceux à cérium et zircone, fergusonite, aeschnite, polymignite; 5° ceux à zircone, zircon et eudialite; 6° ceux à zircone et tantale : woehlérite et oerstédite; 7° ceux à glucine, leucophane, gadolinite et orthite; 8° ceux à thore, thorite et monazite; 9° ceux à tantale, tantalite, fergusonite et yttriotantalite; 10° ceux à titane, pérovskite, yttriotantalite, mosandrite et ilménite; 11° une foule d'autres minéraux en partie silicatés, tels que cuivre sélénié argental, yttria phosphaté, cryolite, ostranite, saphirite, diaspore, pyrodmalite latrobite, monradite, lépidomélan, hydrotalcite, pyrophyllite, pyrallolite, pyrargillite, rosite, polyargite, wichnite, wörthite, xénolite et les pseudomorphoses du dichroïte, connues sous les noms de chlorophyllite, gigantolite, préseolite, fahlunite, weissite, esmarkite et bonsdorfite (1).

Parmi ces espèces, s'il y en a qui se trouvent ailleurs, au moins ont-elles dans le Nord des caractères assez particuliers pour en faire très souvent des variétés remarquables. Dans ce cas se trouvent, par exemple, les minéraux nommés pétalite, triphane, labrador opalin, hypersthène, hisingérite, zircon, monazite, sordavalite, néphéline-éléolite, apatite-moroxite ou bleu, pyroxène ferrifère ou hédenbergite, coccolite, arendalite, dichroïte-steinheilite, topaze-pyrophysalite, grenat-colophonite, spinelle zincifère bleu, fer oxydé zincifère ou franklinite, crokidolite, manganèse silicaté, etc. De plus, plusieurs de ces minéraux se présentent, dans le Nord, en cristaux ou en nids gigantesques, tels qu'on ne les revoit guère ailleurs, témoin certaines topazes et idocrases, des bérils, des tantalites et malachites, du cuivre natif, etc. En outre, bon nombre des espèces citées sont composées de métaux et de terres qui ne se retrouvent jusqu'ici nulle part ailleurs, ou sont fort rares ailleurs qu'au Nord. Dans ce cas sont le cérium, le norium (dans le zircon), le cantanium, le didymium, l'erbium, le terbium, le niobium, le pélopium, l'ilménium, l'urane (fergusonite), le lantane, le tanthale, le cadmium, le lithium (pétalite, triphane, etc.), le thorium, l'yttria, la glucine et le zircone. Pour le cérium, on ne peut encore citer que très peu d'autres localités, comme le cérium oxydé et oxydulé de Saxe, l'yttriocérite du Massachusetts, le cérérite titanifère de Coromandel et le parisite de la Nouvelle-Grenade. On a retrouvé le niobium et le pélopium dans le tantalite de Bavière, le lanthane dans un composé de cérium et de fluate de chaux de l'Amérique méridionale, et l'ittria

(1) Voyez le Mémoire de M. Haidinger, *Abh. der K. Böhmischen Ges. der Wiss.*, 5ᵉ sér., vol. IV; *Ann. de Pogg*, 1845, et *Naturwiss. Abh. de Fr. de Naturwissenschaft zu* Wien, 1847.

dans l'yttria silicaté de Saxe et dans le warwickite, une rareté de l'État de New-Yorck. Quant aux titane, tantale, cadmium et urane, on les connaît bien dans d'autres zones.

Une *autre particularité du Nord* est l'absence du soufre natif, hors un petit nombre de points volcaniques, et celle des grands dépôts de sulfate de chaux et de l'hydrochlorate de soude, ainsi que la rareté du fluate de chaux, des borates et des phosphates en général. Il y a aussi très peu d'eaux minérales.

D'après notre manière de raisonner, l'encroûtement des schistes cristallins du Nord, principalement des silicates d'alumine, recouvrirait des masses de fer entremêlées de cuivre, de cobalt, de plomb, d'argent et des autres métaux nombreux ci-dessus mentionnés, avec des portions de métalloïdes, d'alcalis et de terres, mais sans ces magasins de soufre, de bore, de fluor et de phosphore d'autres zones.

D'un autre côté, la distribution des métaux et des minéraux peut amener à quelques généralités quand on ne fait attention qu'aux *grandes masses* et qu'on néglige les petites ; car, dans notre hypothèse, les grands amas de telle ou telle matière peuvent seuls fournir des indications relatives à notre but. Au contraire, les métaux répandus partout, comme le fer, rendent probable qu'eux seuls composent le noyau terrestre.

D'après la fréquence plus ou moins grande des métaux, on peut dresser approximativement l'échelle suivante ; savoir : Fer, plomb, cuivre, manganèse, arsenic, or, argent, titane, cobalt, bismuth, antimoine, tungstène, étain, molybdène, mercure, chrome, platine ; et comme des raretés, l'urane, le tantale, le sélénium, le cérium, le vanadium, ainsi que les autres métaux énumérés ci-dessus et nouvellement découverts.

D'après la masse totale plus ou moins considérable de ces métaux, on obtient à peu près l'autre échelle suivante ; savoir : Fer, plomb, cuivre, zinc, mercure, étain, argent, or, manganèse, cobalt, antimoine, platine, arsenic, chrome, molybdène, titane, tungstène, et les autres métaux rares.

De même, pour les minéraux et les roches, on trouve certaines de ces substances qui sont très fréquentes, d'autres le sont moins, un bon nombre sont rares et quelques uns même le sont extrêmement. Dans la première catégorie sont les espèces des genres siliceux, alumineux, calcaires, magnésiens et carbonatés. En seconde ligne viennent se placer d'abord les espèces salines à acides hydrochlorique ou sulfurique, ensuite les groupes des feldspaths, des micas, des amphiboles, des grenats, les phosphates et fluates de chaux, les barytes, les zéolithes, les minéraux à acide borique (tourmaline, axinite, etc.). Dans cette dernière ligne se trouvent encore les roches vitreuses, serpentineuses, hypersténiques, le pyroxène en roche, etc. Parmi les minéraux plus rares, on peut citer comme exemple les minéraux à glucine (béril et zircon), et en général les gemmes, certains minéraux accompagnant les dépôts ferrifères, comme le liévrite, cronstedtite, kakoxène,

diaspore, etc., certains hydrates d'alumine (halloysite), la wavellite, la turquoise; certaines espèces des filons métallifères, comme les arséniates et phosphates de cuivre, l'urane phosphaté, les raretés de la cryolite et du thorite, etc. Parmi les roches, on peut nommer sur la même ligne les roches de couzéranite, d'idocrase, de triphane, de topaze, etc.

Quant aux masses individuelles de ces minéraux et de ces roches, elles se rangent dans un ordre à peu près semblable à celui qui indique leur fréquence ou leur rareté.

Nous devrions maintenant considérer la distribution géographique des minéraux et des roches en détail; mais, pour être plus bref, il faut distribuer préliminairement les minéraux en groupes géologiques, afin de pouvoir substituer autant que possible aux indications individuelles des minéraux celles de leurs groupes.

Prises du point de vue de la généralisation chimico-géologique, les espèces minérales fondamentales se réduisent à un moindre nombre que celui qui est indiqué dans les traités de minéralogie; tandis qu'on est amené à reconnaître que les chimistes n'auront pas épuisé de longtemps toutes les compositions minérales, vu le grand nombre des alliages, des mélanges et même des combinaisons possibles. Lorsque la minéralogie est sortie de l'empirisme pour devenir une science mathématique, on n'a plus voulu entendre parler de passage entre des espèces minérales cristallisées, et tout ce que les anciens minéralogistes avaient dit à cet égard fut taxé d'erreur; or à présent, à force de faire et de comparer des analyses, on tend à revenir sur cette proposition inconsidérée. En effet, outre les passages entre minéraux amorphes par mélange mécanique, comme celui du silex corné au jaspe, à la calcédoine, il y en a d'autres entre des minéraux cristallisés régulièrement, soit par mélange véritable de deux espèces ou même par la composition de deux espèces, comme pour le barytocalcite, le barytocélestine, etc.; soit par des variations dans la proportion des éléments d'un minéral ou du remplacement de certains éléments par d'autres sans changement essentiel de forme. Des exemples nous en sont offerts par des carbonates de chaux et de fer, des feldspaths, des pyrites à noyau de fer oligiste, et en général par la division des pseudomorphoses produites par simple modification, et non par remplacement total. Ainsi la série des minéraux considérés géologiquement reste de toute nécessité imparfaite, et on peut déjà prévoir çà et là, par des considérations chimiques ou géogéniques, les nouvelles découvertes des chimistes futurs; tandis que l'étude complète du pseudomorphisme réduira à un plus petit nombre les espèces distinctes par leurs formes. D'un autre côté, les caractères cristallographiques, si utiles pour reconnaître promptement les espèces, importent assez peu dans leur considération géologique générale, depuis qu'on connaît les cas assez nombreux de dimorphisme et d'isomorphisme, et qu'on s'est procuré par expérience des cristallisations très différentes au moyen de changements dans la température, la pression, ou dans la surface des

récipients, aussi bien que par la présence ou l'absence de quantités minimes de certaines substances élémentaires. Au contraire, quand on entre dans le détail géogénique des espèces minéralogiques et de leurs variétés, les différences cristallographiques deviennent tout aussi intéressantes que celles tirées de la chimie. Quant à notre classement, suffisant pour la géologie et utile pour la géogénie, nos vues concordent en partie avec celles de M. Weiss, au moins pour les minéraux terreux; mais sa distribution des minerais et des minéraux salins a dû être rejetée. La suite de ce mémoire fera sentir l'à-propos de nos modifications à sa classification, parce que souvent nos groupes cadreront tout à fait avec nos déductions géogéniques.

Essai d'un classement géologique des minéraux.

1° Le règne minéral n'offre que six GAZ principaux, savoir : l'hydrogène simple, carburé, phosphoré ou sulfuré, l'azote et l'air atmosphérique.

2° Les DISSOLVANTS naturels principaux sont l'eau et les sept acides suivants; savoir : les acides carbonique, sulfureux, sulfurique, hydrochlorique, borique, arsénieux et tungstique.

3° La CLASSE DES SELS comprend les sels proprement dits et les minéraux salins.

Le groupe des *Sels* proprement dits est composé, savoir : A par la famille des *Sulfates* de soude simples ou composés (glaubérite), de potasse, d'ammoniaque, d'alumine et de magnésie avec le polyhalite; B par celle des *Hydrochlorates* de soude et d'ammoniaque; C par celle des *Nitrates* de soude, de potasse, de magnésie et de chaux; D par celle des *Carbonates* de soude et du bicarbonate de soude hydraté ou gaylussite; E par celle des *Borates*, se réduisant uniquement au *Borate de soude*.

Le groupe des *Minéraux salins* se divise en six familles; savoir : A. Celle des *Carbonates* de chaux, de magnésie, des composés de ces deux sels, de baryte et de strontiane. Cette série des carbonates de chaux est rendue considérable, non seulement par l'accession du carbonate de magnésie, mais encore par celle du fer et du manganèse (chaux carbonatée ferrifère et manganésienne simple ou composée, etc.). Il y a aussi un hydrocarbonate de magnésie.

B. La famille des *Sulfates* de chaux anhydre ou hydratée, de baryte et de strontiane, y compris leurs combinaisons ou mélanges; savoir : le barytocalcite, le sulfo-carbonate de baryte, le dreelite, le baryto-célestine, etc.

C. La famille des *Borates* de chaux simple ou siliceuse (datolite), de magnésie et de leur composé, l'hydroboracite.

D. La famille des *Fluates* de chaux, d'alumine (fluellite) et de cérium, y compris la cryolite et le baryte-fluor.

E. La famille des *Arséniates* de chaux (pharmacolite, picropharmacolite, haidingérite) et de magnésie.

F. La famille des *Phosphates* de chaux, de magnésie (wagnérite), d'alumine (wavellite, variscite) et d'yttria, y compris la turquoise et le lazulite avec l'amblygonite et même le struvite en appendice.

4° La classe des métaux comprenant seize groupes, savoir : A. La famille des *Métaux natifs*, l'or, l'argent, le platine, le palladium, l'iridium, le cuivre, le fer, l'étain, le plomb, le mercure, l'antimoine, le tellure, le bismuth et l'arsenic. Si l'on peut prévoir qu'on découvrira encore d'autres métaux à l'état natif, la série des alliages naturels des métaux entre eux ne serait pas épuisée et s'agrandirait au contraire d'année en année. En effet, si on excepte les métaux nouvellement découverts et mal connus, et ceux associés au platine, presque tous les autres peuvent former des alliages entre eux d'après les expériences du laboratoire. Or, malgré les nombreux cas semblables qu'ont offerts les minerais, et que je crois devoir rejeter en note (1), un vaste champ est encore ouvert aux possibilités d'alliages et de mélanges. Si ces derniers ne peuvent être rangés en appendice à chaque métal natif, les *alliages* véritables sont au moins dans ce cas, comme ceux de sélénium, l'iridosmine, le tellure aurifère, l'amalgame, l'argent antimonial, l'uranotantalite, le bismuth tellurifère, etc.

B. La famille des *Métaux oxidés*, distingués en oxydules, oxydes, peroxydes, oxydes hydratés, oxydes hydratés silicifères et oxydes silicatés.

On connaît 1° trois *oxydules*, savoir, ceux de fer, de cuivre et d'urane y compris le crichtonite ou fer oxydulé titanifère et le fer titané.

2° Environ treize *oxydes* ; savoir : ceux d'étain, de fer, de plomb, d'antimoine, de titane (rutile, anatase et greenovite), de manganèse, de zinc, de chrome, de cobalt, d'urane, de molybdène et de tantale, y compris le tantale oxydé yttrifère.

(1) Dans la nature, la chimie a déjà noté les alliages et associations suivantes dans une même espèce, savoir : l'or avec le fer, le tellure et le rhodium ; l'argent avec l'or, le cuivre, le plomb, l'antimoine, le manganèse, le bismuth et le sélénium ; le platine avec l'or, le palladium, l'iridium, l'osmium, le rhodium, le ruthenium, le fer, le cuivre, le chrome et le titane ; l'iridium avec l'osmium ; le cuivre avec l'argent, le nickel, le zinc, le sélénium, l'urane, l'arsenic et le platine ; le fer avec le titane, le manganèse, le nickel, l'arsenic, le chrome, l'or, le tungstène et le tantale ; le plomb avec l'argent, l'antimoine, le cuivre, le fer, le zinc, l'arsenic, le cobalt, le bismuth, le molybdène et le sélénium ; le mercure avec l'argent, le sélénium et le cuivre ; l'antimoine avec l'argent, le plomb, le cuivre, le nickel et le cobalt ; le tellure avec l'or, l'argent, le plomb, le fer, le bismuth et le nickel ; le bismuth avec l'argent, le cuivre, le plomb, le cobalt, le nickel et l'arsenic ; le cobalt avec l'arsenic, le plomb, l'antimoine, le bismuth et le sélénium ; l'arsenic avec le fer, le manganèse, le nickel, le plomb et le bismuth ; le manganèse avec l'arsenic, le cuivre, le fer et le titane ; le nickel avec l'arsenic, le fer, le cuivre, le bismuth, l'antimoine et le tellure ; le zinc avec le fer, le cuivre, le manganèse et le cadmium ; le molybdène avec le plomb ; le chrome avec le fer ; le tungstène avec le fer et le manganèse ; le titane avec le fer, le manganèse et le cérium ; le tantale avec le fer, le titane, l'urane et l'étain ; l'urane avec le cuivre et le tantale ; le sélénium avec le cuivre, le plomb, l'argent, le cobalt et le mercure ; le cadmium avec le zinc ; le vanadium avec l'or, le plomb, le cuivre et le fer.

En appendice viennent les *ochres* de fer, de chrome, de cobalt, d'urane, de molybdène, de plomb, d'antimoine, de bismuth et de tellure.

3° Trois *peroxydes;* savoir : ceux de fer (fer oligiste), de manganèse et d'antimoine, y compris la roméine.

4° Deux séries d'*oxydes hydratés* de fer et de manganèse.

5° Quatre *oxydes hydratés silicifères;* savoir : ceux de cuivre (dioptase), de zinc, de manganèse et de fer (anthosidérite).

6° Quatre *oxydes silicatés;* savoir : ceux de cuivre, de fer, de manganèse, de zinc et de bismuth, avec un bisilicate de fer, la chamoisite.

C. La famille des *Métaux sulfurés.* A l'état de sulfure se trouvent le fer, l'argent, le cuivre, l'antimoine, le plomb, l'étain, le zinc, le mercure, le molybdène, le manganèse, le bismuth, le cobalt, l'arsenic et le cadmium (greenockite); mais plusieurs de ces métaux offrent diverses modifications de sulfures, comme le fer, l'argent, le plomb, l'arsenic, le cuivre, etc. En appendice se placent certains sulfures composés, tels que l'argent et le plomb antimoniés sulfurés, divers cuivres sulfurés en partie argentifères, le cuivre gris, etc.

D. La famille des *Métaux sulfatés;* savoir : ceux de fer (deux espèces), de plomb, de cuivre (deux espèces), de zinc, de cobalt et d'urane, avec quelques composés en appendice, tels que le sulfate de plomb cuivreux.

E. La famille des *Métaux hydrochloratés;* savoir : ceux de plomb, de fer, de cuivre, d'argent et de mercure.

F. La famille des *Métaux carbonatés;* savoir : ceux de fer, de cuivre, de plomb, d'argent, de zinc, de manganèse et de bismuth. Quelques métaux ont divers carbonates et même des *carbonates siliceux*, tels que le cuivre, le zinc et le fer (fer spathique, sphærosidérite, junkérite et ankérite). En appendice viennent les sulfato-carbonates de plomb, le carbonato-hydrochlorate de plomb et le muriato-carbonate de fer.

G. La famille des *Métaux arséniatés*, distingués en métaux simplement *arsenicaux;* savoir : le fer, le cobalt, le nickel et l'antimoine arsenical; et en *Métaux arséniatés;* savoir : le fer, le cuivre, le plomb, le nickel et le cobalt arséniaté. Tous ces métaux offrent des arséniates divers : ainsi on connaît les cuivres olivénite, euchroïte, condurite, kupferglimmer et le cobalt-roselite, etc., etc. Il y a un nickel bi-arséniaté, et même certains arséniates sont hydratés, tels que l'érynite et l'arsénite de cobalt. Un second appendice est formé par un sulfo-arséniure de fer et le fer oxydé résinite.

H. La famille des *Métaux phosphatés;* savoir : le plomb, le fer, le cuivre, le manganèse, l'urane et le zinc. Le fer et le cuivre présentent plusieurs phosphates; il y a des phosphates composés de fer et de manganèse, et même des composés de phosphate et de sulfate de fer (diadochite).

I. La famille des *Métaux molybdatés*, jusqu'ici le seul molybdate de plomb.

K. La famille des *Métaux chromatés ;* savoir : le fer et le plomb avec leurs diverses espèces.

L. La famille des *Métaux tungstatés;* savoir : les tungstates de fer et de plomb, ainsi que le scheelin calcaire avec sa variété cuivreuse.

M. La famille des *Métaux vanadatés ;* savoir : ceux de plomb, de fer, de cuivre (volborthite) et de chaux.

N. La famille des *Métaux séléniurés;* savoir : ceux d'argent, de plomb, de cuivre, de mercure, de zinc et de palladium (eugénésite).

O. La famille des *Métaux iodés;* savoir : jusqu'ici l'argent, le mercure, avec la soude iodée en appendice.

P. La famille des *Métaux bromurés;* savoir : jusqu'ici seulement l'argent bromuré.

Q. La famille des *Métaux oxalatés*, jusqu'ici le seul oxalate de fer.

5° La CLASSE DES MINÉRAUX PROPREMENT DITS, divisés en minéraux métallifères, gemmes, grenats, amphiboles, micas, feldspaths, macles, amphigènes, zéolithes, quartz, hydratés et argileux.

A. Le groupe des *Minéraux métallifères* se partage en sept familles; savoir : 1° la *famille ferrifère*, comprenant les minéraux suivants ; savoir : cronstedtite, kakoxène, crokydolite, liévrite, wehrlite, chamoisite, chloropale, achmite, isopyre, sordawalite, carpholite, breislakite, turnérite et wichtine.

2° La *famille plombifère* : le plombgomme, etc.

3° La *famille titanifère*, composée des minéraux suivants ; savoir : titane silicéo-calcaire ou sphène, perowskite, brookite, warwickite, mosandrite, et les titanates de zircone ; savoir : l'œrstedtite, æschnite et polymignite.

4° La *famille chromifère*, offrant les minéraux suivants ; savoir : miloschine, wolchonskoïte, kœmmererite et pyrosklerite.

5° La *famille tantalifère,* composée des minéraux nommés yttrotantalite, wœhlérite, pyrochlore, fergusonite et euxénite.

6° La *famille cérifère*, comprenant les minéraux suivants ; savoir : cérérite, cérium silicaté, carbonaté et titanifère, yttrocérite, allanite, pyrorthite, gadolinite, tschewkinite et monazite.

7° La *famille thorifère*, pour le seul thorite, jusqu'ici.

B. Le groupe des *Gemmes*, comprenant : 1° celles à alumine ; savoir : spinelle, saphir, saphirine, corindon et dichroïte.

2° Celles à glucine ; savoir : émeraude, euklase, cymophane et phenakite.

3° Celles à zircone ; savoir : zircon et eudialite.

4° Celles à acide fluorique, les topazes.

5° Celles à acide borique ; savoir : tourmaline, axinite, forstérite et ostranite.

C. Le groupe des *Grenats* ne contient que les grenats, les idocrases, les épidotes et l'helvine.

D. Le groupe des *Amphiboles* est composé par les amphiboles, les pyroxènes, le

babingtonite, les diallages, le bronzite, l'anthophyllite, l'hypersthène et le wollastonite.

E. Le groupe des *Micas* est constitué par les divers micas (commun, à un axe, à deux axes, hexagonal, margarite, à lithium, lépidomélan et lépidolithe), le pennine, les talcs, les chlorites y compris certaines terres vertes, le clintonite, le pyrophyllite, le praséolite et le leuchtenbergite.

F. Le groupe des *Feldspaths* comprend le feldspath commun et vitreux, l'albite, l'anorthite, l'oligoclase, l'andésine, le labrador, le saussurite, le jade ascien, le néphrite, la pagodite, le paragonite, le pétalite, le triphane, le latrobite, et le gehlenite s'il forme une espèce différente de l'humboldtilite.

G. Le groupe des *Macles* est formé par le périclase, la paranthine (meionite, dipyre), la couzeranite, la macle, l'andalousite, le disthène, la staurotide, l'ottrelite, le wœrthite, le diaspore, l'hydrargillite, le sillimanite, le rozite, le polyargite, le chondrodite, le killinite, le pyrallolite et le picrosmine.

H. Le groupe des *Amphigènes* se compose des minéraux suivants, savoir : amphigène, néphéline (élæolite), péridot, villarsite, ligurite, sodalite, hauyne, lapis lazzuli et humboldtilite.

I. Le groupe des *Zéolites* comprend actuellement près de vingt-cinq espèces, savoir : apophyllite, chabasie, mésotype, analcime, thomsonite, stilbite, épistilbite, heulandite, brewsterite, laumonite, harmotome, prehnite, édingtonite, brevicite, harringtonite, lehuntite, antrimolite, glottalite, cluthalite, chalilite, pektolite, okenite, morvenite, sphérostilbite et hypostilbite. Les treize premières espèces sont seules bien étudiées (Voy. Mém. de M. Gust. Leonhard, *N. Jahrb. f. min.*, 1841, p. 269-291).

K. Le groupe des *Quartz* avec ses nombreuses variétés est connu et admis par tout le monde.

L. Le groupe des *Minéraux hydratés* réunit les minéraux suivants, savoir : allophane, schroetterite, halloysite, kollyrite, scarbroïte, pyrargillite, kerolite, gibbsite, magnésie hydratée siliceuse, monradite, hydrotalcite, nontronite (quincite), chlorophéite, hisingérite, tachylite, pigotite, écume de mer, kaolin et savon de montagne, serpentine et rhodochrome.

M. Le groupe des *Minéraux argileux* n'est composé que des minéraux suivants, savoir : aluminite, magnésie silicatée ou boltonite, stéatite, lithomarge, cimolite, les bols, la terre jaune des Allemands, les terres vertes reconnues dans cinq terrains, etc.

Enfin la dernière CLASSE, celle des MINÉRAUX INFLAMMABLES, comprend les soufres (soufre ordinaire et sélénié); le diamant; les divers charbons de terre, savoir : le graphite, l'anthracite, les houilles et les lignites; les bitumes, savoir : l'asphalte, le guyaquillite, le bérengelite et le caoutchouc fossile; les résines, savoir : ambre, mellite, retinasphalte, middletonite, copal fossile, scheererite,

branchite, hartite, piauzite et ixolite; les cires ou suifs (ozocérite et hatchetine), et les naphtes ou pétroles.

Distribution des minéraux, des minerais et des roches.

Les alcalis, la soude, la potasse et le lithium sont de toutes les zones et entrent dans la composition de beaucoup de minéraux, et surtout de ceux des roches cristallines, soit schisteuses ou métamorphiques, soit ignées. On les retrouve dans les produits de nos volcans actuels et dans des eaux minérales, thermales ou salines; mais la soude paraît plus abondante et plus fréquente que la potasse.

Les autres grandes sources de ces alcalis sont, d'un côté, le *Carbonate de soude*, y compris le gaylussite et le trona ou urao de la Colombie, et, de l'autre, le *Salpêtre*. Ces sels ne semblent abonder surtout que dans les plaines et steppes de la zone tempérée australe. Un certain degré de chaleur paraîtrait donc nécessaire pour le jeu des affinités chimiques, qui produisent ces sels sous nos yeux. On sait, par exemple, qu'on a découvert du gaylussite dans le crâne d'un ours des cavernes. La formation du nitre n'a lieu, en Suède, que dans des lieux obscurs.

Si la formation du *Nitrate de potasse* dans divers lieux et sous différentes circonstances a pu faire éclore plusieurs théories assez connues, celle du *Nitrate de soude* du district de Tarapaca, au Pérou, est plus problématique. Serait-il permis de supposer la présence préalable du carbonate de soude formé, comme à l'ordinaire, par la décomposition du sel marin par le carbonate de chaux, puis la formation de l'acide nitrique comme dans le cas du salpêtre? Ceci admis, ce dernier aurait formé avec la potasse du nitre, tout en décomposant de plus le carbonate de soude et remplaçant son acide carbonique par un effet de plus grande affinité. Rechercher l'origine de l'azote de l'acide nitrique dans des eaux thermales ou même dans une décomposition de l'ammoniaque de sels ammoniacaux des volcans, c'est recourir à une explication beaucoup moins rationnelle et simple. Il vaut mieux admettre, avec M. Fournet, que l'acide nitrique peut se former sans le concours de matières organiques, par la seule réaction des éléments de l'air et de la vapeur d'eau, surtout avec la présence de corps poreux, tels que des sables.

L'*Hydrochlorate de soude* se forme dans les cheminées volcaniques, et imprègne nombre de sources minérales des sols tertiaire, secondaire et primaire, et d'autres qui sourdent du milieu des schistes cristallins et des granites; mais ces faits s'observent surtout dans les zones tropicales et tempérées, régions où se trouvent aussi seulement les plus grands dépôts de sel gemme avec des minéraux gypseux, la glaubérite et le polyhalite. Il y a là évidemment une connexion de causes premières. Vers le pôle nord il y a des chaînes de divers âges, sans gypse ni sel, et avec très peu d'eaux salées; dans notre zone, plusieurs chaînes d'époques

différentes sont à bords ou à amas gypseux ou salifères avec un nombre très considérable de sources salées ou salines, qui sortent de terrains fort divers (1).

Vu la rareté des volcans vers les pôles, comparativement aux régions tropicales surtout, les sels ammoniacaux y sont moins abondants que dans les autres zones. Il en est de même des sulfates de soude et de potasse, ainsi que du carbonate de soude, qui produisent des effervescences dans les fentes des laves de nos volcans.

Les minéraux et les roches composées de *carbonate de chaux*, surtout celles de ces substances qui se trouvent dans des dépôts d'eaux douces, sont éminemment propres aux zones tempérées et tropicales. Dans les zones polaires, il n'y en a guère de formées que sous des eaux salées, car même le tuf calcaire y est une rareté. Or, la chaux entrant dans la composition d'une foule de minéraux répandus partout, ne doit-on pas lier le peu de fréquence du carbonate de chaux de formation récente dans le Nord avec le très petit nombre ou l'absence complète des sources acidulées, au moins autour du pôle arctique? A l'appui de cette présomption, on peut alléguer que lorsqu'on trouve une exception à cette règle, comme en Islande et dans certains points du Groënland, on est sûr d'y voir de la chaux carbonatée. De plus, pourquoi le fer du Nord est-il si rarement carbonaté comparativement aux fers des autres zones? — Les calcaires de la zone polaire sont des roches grenues très cristallines, souvent à minéraux composés surtout de silicates d'alumine, en un mot, des produits du genre de ceux du métamorphisme ou de l'action plutonique. Outre ces amas assez rares, on n'y voit que du spath calcaire dans des roches ignées et de grandes étendues de calcaires plus ou moins bitumineux, surtout primaires et coquilliers. Il y a donc pu avoir une période où les eaux acidules n'étaient pas rares vers les pôles. Quant au spath d'Islande, il peut être rarement d'origine ignée, puisqu'on en revoit des cristaux dans des pierres rejetées par le Vésuve. — On a remarqué que le carbonate de chaux cristallisé est assez peu fréquent dans l'Oural, et qu'il n'existe aux Canaries que dans la région maritime. Ces petit faits s'expliquent tout naturellement par la rareté des eaux acidules dans l'Oural, et leur existence surtout dans la zone basse et non élevée des Canaries.

L'*Arragonite* n'est pas un minéral polaire, mais principalement des autres zones. Cette forme du carbonate de chaux n'est qu'un effet de température différente; témoin cette stalactite composée, suivant M. Haidinger, de treize alternats de ces deux sortes de cristallisations du même sel. Or, ces alternatives n'indiquent probablement rien autre chose que les dépôts de treize hivers et de treize étés.

La chaux carbonatée magnésifère, les calcaires magnésiens et les dolomies ont

(1) L'extrême rareté du gypse en Angleterre, en Écosse et en Irlande, est un fait remarquable; on n'y trouve guère que de la sélénite et du gypse fibreux: ce dernier surtout dans le grès bigarré. L'abondance des trapps et des porphyres, et même des dépôts de sel gemme, à côté de si peu de gypse, constitue un type local qui mérite d'être signalé.

à peu près la même distribution que le carbonate de chaux, probablement par des causes assez analogues; tandis qu'on observe dans toutes les zones les espèces magnésiennes par excellence, telles que les magnésites, les serpentines, les pierres ollaires et les roches talqueuses : mais, comme toutes les roches ignées, elles ne se trouvent que dans certains cantons avec leurs minéraux particuliers. — La distribution géographique et géologique des dolomies, le pendant de celle des gypses, est telle, qu'on doit admettre à diverses époques géologiques, dans des localités plus ou moins nombreuses, et surtout en dehors de la zone arctique, des moments plus ou moins longs et favorables à ce genre de dépôt, qui a eu lieu immédiatement du premier jet, ou aussi par épigénie (1), avec augmentation de volume et cellulosités gazeuses (*Bullet.*, vol. VIII, p. 184) L'arrivée d'eaux acidules calcarifères dans la mer y a dû produire des réactions chimiques, vu la présence des muriates et sulfates, et des sels magnésiens en résultant.

Les *Acides sulfureux* et *sulfurique*, ainsi que l'hydrogène sulfuré, sont avec l'acide hydrochlorique les acides ordinaires de nos volcans et de ceux qui ont existé de toute ancienneté géologique. Peu de régions volcaniques présentent de l'eau chargée d'acide sulfurique, comme dans la Colombie et à Java (2), et encore plus rarement de l'acide hydrochlorique dissous dans l'eau, comme à l'île Blanche (Nouvelle-Zélande) (voy. *J. de Physique*, 1818, vol. LXXXVI, p. 68); mais des eaux imprégnées d'hydrogène sulfuré abondent aussi bien dans les environs des volcans que dans différents terrains neptuniens, derniers dépôts où se voient aussi très rarement des sources d'acide sulfurique.

Aussi trouvons-nous dans les zones tempérées et tropicales de nombreux gîtes contemporains de soufre, de chaux sulfatée anhydre et hydratée, de sel gemme, qui paraissent manquer dans les régions polaires connues, si on en excepte les soufres, les sélénites et les incrustations salines de l'Islande, de certains volcans du nord-ouest de l'Amérique et de quelques îles peu nombreuses. Dans l'ancien monde, les dépôts dont nous nous occupons se trouvent amoncelés, surtout dans les terrains secondaires et tertiaires, ou même près des volcans brûlants ; il en serait environ de même dans le nouveau monde sans les grands gîtes primaires de gypse et de sel de l'Amérique septentrionale. Le prix du sel dans l'Afrique centrale pourrait y indiquer une absence de gypse et de sel, ainsi que de terrains volcaniques, si toutefois des gîtes semblables n'avaient pas pu échapper par leur recouvrement à l'ignorance de la race noire.

Si le soufre se dépose dans les fentes des solfatares, les eaux hydrosulfureuses, surtout thermales, en forment des variétés pulvérulentes ou cristallisées; tandis que la décomposition des pyrites et de certains autres sulfures métalliques (ga-

(1) Voyez Leube, *N. Jahrb f. Min.*, 1843, p. 145-150; Haidinger, *Rapport sur la Soc. d'hist. natur. d'Allemagne*, 1843, p. 95; Klipstein, *Arch. f. Min. de Karsten*, 1843, v. 17, p. 269.

(2) Voyez le Mémoire de M. Rivero sur le Rio Vinagre, *Ann. de chim.*, 1825, v. 27, p. 113; et Dr Junghuhn, *Voyages à Java*, 1845, ou Leschenault, *Mém. du Muséum d'hist. natur.*

lène), donne lieu à la production du soufre terreux, de la sélénite, et au changement du calcaire en gypse compacte (1).

Ainsi s'expliquent par des voies très diverses les cristaux de soufre de certains amas gypseux, comme les soufres amorphes ou cristallisés tertiaires. On conçoit toute la différence originaire de certaines eaux hydrosulfureuses froides ou presque froides d'avec leur congénères, qui sont thermales, ou n'ont perdu leur chaleur primitive qu'à cause de leur long trajet souterrain; les unes ne sont qu'un accident d'actions chimiques peu profondes; les autres, les traces des anciens soupiraux volcaniques. De même les sources à acide sulfurique dans les terrains neptuniens ne sont que le résultat de la décomposition de pyrites, tandis que celles des régions volcaniques sont la condensation d'émanations sulfureuses chaudes, qui ont absorbé encore plus d'oxygène à leur contact avec l'air.

D'une autre part, la science a acquis les faits géogéniques suivants, savoir : la certitude de la métamorphose du calcaire en gypse au moyen de l'acide sulfurique (2), la formation aqueuse du gypse fibreux même au milieu de marnes gypsifères formées par épigénie (3), et celle de sélénites secondaires et tertiaires, ainsi que des gypses calcarifères tertiaires, au moyen d'eaux hydrosulfureuses et calcarifères (4). Les gypses se trouvent dans tous les terrains sur ou à côté des failles, ou sur des lignes parallèles à des éruptions ignées, des redressements ou soulèvements, ou au moins dans des positions propres à certains accidents hydrologiques (Paris). Les amas eux-mêmes sont souvent dans des cavités cratériformes et accompagnés de dérangements dans les couches, comme par exemple derrière le Weissenstein près de Soleure, à Füssen en Tyrol, etc. Les gypses sont donc bien l'indication des places ou du voisinage des évents d'où sont sorties, après les catastrophes volcaniques anciennes, des vapeurs sulfureuses et hydrochloriques, comme aujourd'hui les solfatares succèdent à l'activité des volcans. Il est presque inutile d'ajouter que l'acide sulfurique peut être résulté de l'acidification complète des vapeurs sulfureuses, ou plus souvent de la décomposition mutuelle de l'hydrogène sulfuré et de l'acide sulfureux, ce qui a produit une évolution de gaz. C'est ainsi qu'on a voulu se rendre compte de la formation des cargneules ou des roches poreuses dans le voisinage des gypses, cavités qui n'ont été remplies qu'en par-

(1) Voyez mon Mémoire sur l'Allemagne, *Journ. de phys.*, 1822, v. 92.

(2) Voyez mon *Essai sur l'Écosse*, 1820, p. 413, et, 1822, mon *Mém. sur l'Allemagne*. Si, en 1791, Deluc niait que le gypse fût une modification du calcaire par l'acide sulfurique, il y voyait cependant l'effet d'un fluide expansible hors de la terre (*Journ. de phys.*, vol. 38, p. 182).

(3) Voyez Fournet, *Géognosie de d'Aubuisson*, éd. de Burat, 1835, vol. II, p. 418; Cotta, sa *Géologie*, 1846, p. 150.

(4) Voyez Lamanon, *Obs. sur la phys. de Rozier*, 1782, vol. 19, p. 185, pl. 3; Coupé, *Journ. de phys.*, 1807, vol. 65, p. 196; Const. Prévost, *Bull. soc. philom.*, 1825.

tie par des déplacements moléculaires postérieurs; mais n'oublions pas que plusieurs calcaires cellulaires et terreux (asche) ne sont que de la dolomie plus ou moins décomposée (1). Ainsi, M. Élie de Beaumont a pu expliquer fort bien par la tuméfaction les apparences éruptives des gypses (*Bull.*, vol. VIII, p. 175, 1837), sans que pour cela ces roches fussent, pas plus que les dolomies, les analogues des laves éruptives comme on se l'imagine quelquefois par inexpérience (voyez Frapolli, *Ann. phys. Pogg.*, vol. LXIX, p. 481). Ainsi s'expliquent enfin la concomitance du sel, du gypse, du soufre, du sulfate de soude pur, de la glaubérite, du quartz rubigineux cristallisé, et même les rares boracites de certains gypses avec leur fer oligiste, leurs pyrites, leur arsenic sulfuré, leur bitume, etc., tous produits de nos volcans actuels. La glaubérite a été formée probablement par l'action décomposante de vapeurs sulfureuses sur l'eau saumâtre, comme on voit se produire encore le sulfate de soude aux îles Sandwich.

L'état *anhydre* de certains sulfates de chaux est plus difficile à éclaircir. Un cas tout à fait analogue est présenté par le sulfate de soude anhydre dans le sel d'Aranjuez, et de celui qui est en filons dans le terrain tertiaire salin de Tarapaca (Pérou méridional). Si le sulfate de chaux de nos roches volcaniques est hydraté, plusieurs gypses anciens ne le sont qu'à la surface, de manière qu'on pourrait supposer que l'anhydrite s'est convertie petit à petit en hydrate, ce qui est encore étayé par l'apparence contemporaine des deux espèces de sulfate de chaux dans plusieurs terrains. Ainsi l'anhydrite n'est pas seulement en amas dans des dépôts anciens, mais encore, comme la baryte sulfatée et la sélénite, en lits dans des marnes tertiaires salifères et avec des caractères d'origine aqueuse. Or, si certains gîtes salifères ne paraissent que le produit d'une supersaturation de certaines mers intérieures, résultat d'évaporation ou d'affluents salés comme dans les steppes aralo-caspiennes, les autres gîtes salifères ne semblent que les restes d'énormes éjaculations ou salses, dont les produits sont restés intacts ou ont été redissous en partie ou bien retravaillés par des vapeurs et des filtrations aqueuses, à la manière de certaines marnes gypsifères du sol secondaire. De la vient aussi la position d'une partie des amas de sel dans le fond d'entonnoirs cratériformes et le désordre étrange des couches dissemblables environnantes, comme à Hall en Tyrol, Hallein et Hallstadt, etc. L'anhydrite ne se trouvant jamais dans la première sorte de sel gemme, mais toujours avec l'autre dans un gisement un peu obscur jusqu'ici géogéniquement, il devient donc évident que pendant ce dépôt il a dû se présenter certaines circonstances particulières de température, de pression, d'affinité particulière pour l'eau, etc., qui ont rendu possible la formation de l'anhydrite et du sulfate de soude anhydre. D'ailleurs, on connaît le premier minéral même dans des amas de sulfure de cuivre et de plomb dans les schistes cristallins de la Suède. La décomposition de l'eau ayant lieu même à de

(1) Voyez Haidinger, *Bericht d. Vers. deutsch. Naturf.*, 1843, p. 96.

basses températures d'après Grove, serait-il possible que tout l'oxygène de l'eau ait été absorbé pour la formation de l'acide sulfurique et que l'hydrogène se fût dégagé seul? La production du sel gemme décrépitant ou à hydrogène carboné serait-elle liée à cette évolution gazeuse? Dans tous les cas, la découverte de Grove (*Brit. assoc.* pour 1846) est un nouveau facteur à faire entrer dans l'explication de l'origine des gypses, par exemple, pour l'acidification complète des vapeurs sulfureuses.

La *Baryte sulfatée* se trouve partout et dans plusieurs terrains; c'est une rareté dans les basaltes, comme aux Canaries: mais elle serait surtout dans des filons, si on ne connaissait pas celle des arkoses et des argiles sub-apennines, ainsi que les nodules ou géodes de certaines marnes du lias et du calcaire secondaire. Un lit de 10 pouces de puissance en a été vu, dit-on, sur le Lenne, dans la grauwacke (*Arch. f. Min.*, Karsten, 1845, vol. XIX, p. 741), et on en cite dans ce genre de gîte, près de Servoz, en Savoie.

La *Strontiane sulfatée* n'est pas si fréquente que la baryte et elle est bien moins dans des filons qu'en rognons, druses ou petits filons géodiques dans des couches tertiaires ou secondaires d'origine aqueuse, tandis que les carbonates de baryte et de strontiane et leurs sulfato-carbonates ne sont que des raretés de quelques fentes anciennes du globe ou sont liés à des dépôts de soufre assez rares. Que doit-on conclure de ces faits? Ces deux terres ayant plus d'affinité pour l'acide carbonique, n'est-il resté qu'une petite quantité de ces bases pour leur combinaison avec ce dernier acide? Ces rares carbonates ne sont-ils plutôt que des sulfates changés après coup en carbonates, par d'autres corps élémentaires, qui leur ont soustrait par plus d'affinité l'acide sulfurique et leur ont cédé de l'acide carbonique ou ont laissé simplement ces terres exposées à l'action de cet acide ou de l'eau acidulée? Si Bischof a raison de faire arriver la baryte et la strontiane sous la forme de carbonate dans des eaux chaudes chargées en même temps de sulfates alcalins (1), il est difficile de croire que la petite quantité existante de carbonates se soit déposée en même temps que les abondants sulfates qui ont été formés par une réaction entre les sulfates alcalins et les carbonates par suite d'un changement de température. D'un autre côté, la composition des eaux minérales, le gîte des sulfates de baryte et de strontiane, l'association de la baryte et du fluor, l'existence de cristaux de barytine dans des cavités de l'alunite, roche trachytique retravaillée par des vapeurs aqueuses acides, et la théorie rectifiée du remplissage des filons métallifères, tout concourt à rendre probable la formation de ces minéraux par les eaux minérales, environ comme certaines sélénites.

S'il est remarquable de ne pas trouver le sulfate de chaux comme gangue ordinaire des filons, tandis que c'est le cas fréquent pour les sulfates de baryte,

(1) Voyez *Ann. phys. de Poggend.*, 1843, vol. 60, p. 285.

cette différence ne doit-elle pas provenir de l'affinité plus grande de l'acide sulfurique pour la baryte que pour la chaux, et au contraire de l'affinité moindre de l'acide carbonique pour la baryte que pour la chaux, de telle sorte que cette dernière n'ait trouvé à s'unir qu'à l'acide carbonique des eaux ou aux vapeurs hydrosulfureuses acidules. Aussi, le spath calcaire est le minéral associé le plus habituellement avec la baryte. Si des filons offrent des sélénites, ce ne sont surtout qu'un produit secondaire résultant de la décomposition de sulfures métallifères en contact avec du carbonate de chaux.

L'*acide borique* n'existe jusqu'ici que dans le volcan de Vulcano et dans les rares lagoni de Toscane (Monte Cerboli); mais au centre du Thibet il doit s'en trouver une source considérable, puisque le borate de soude du commerce nous en vient, et la plaine sèche d'Iquique au Pérou est couverte d'un borate hydraté de chaux accompagné d'alun magnésien. Sauf ces localités, on ne peut citer que les deux buttes gypseuses du nord de l'Allemagne (Lunebourg et Segeberg) et le gypse du keuper de la Meurthe, où se trouve un borate de magnésie; un point du Caucase où existe une variété hydratée, et une des localités de la rubellite de Sibérie, où on a découvert un borate de chaux. Enfin, il y a même peu de minéraux qui contiennent cet acide, tels que la tourmaline, le cymophane, le beril, l'euclase et l'axinite, tous minéraux des schistes cristallins ou des roches granitoïdes. — Cet acide ne s'est donc jamais exhalé en grande quantité et dans beaucoup de lieux de la surface terrestre à la fois, et il a été toujours infiniment moins abondant dans le nord que dans la zone tempérée, surtout dans sa partie méridionale.

Les borates se caractérisent tous comme des formations de vapeurs acides, ce que confirme leur gîte habituel et l'existence du boracite en druses dans le gypse. L'acide borique a pu se changer chemin faisant en borates par la rencontre de différentes roches, et ce composé est resté dissous dans l'eau thermale vaporisée. Quant au borate de soude du Thibet, qu'il soit un dépôt assez ancien ou qu'il se forme encore à présent dans des mares comme on le dit, il ne semblerait que le dérivé d'une décomposition exercée par l'acide borique d'un lagoni sur du sous-carbonate de soude, sel qui se forme dans ce pays comme en Égypte au moyen du carbonate de chaux en présence de matières salines.

L'*acide fluorique* en nature n'a pas encore été observé dans les bouches de nos volcans, mais bien dans des eaux thermales, et il se laisse extraire des matières animales, surtout des os, tandis qu'il entre dans la composition de plusieurs minéraux, tels que les minéraux de notre famille des fluates, plusieurs de ceux de la famille des phosphates salins, savoir l'apatite, la wagnerite, la wavellite, l'amblygonite, le carpholite, la topaze, le chondrodite, le pyrochlore et même un petit nombre de composés métalliques, comme le bismuth silicaté, l'yttriocérite, etc. — S'il est de toutes les zones, on l'a trouvé jusqu'ici en plus grande quantité dans la zone tempérée septentrionale. Sa diminution vers le nord est

bien marquée dans les Iles Britanniques par la grande rareté du fluorine en Écosse, et sa fréquence en Angleterre et en Allemagne. Au Mexique, ce minéral n'est abondant que dans très peu de localités. Son gîte est dans les calcaires tertiaires (Paris) et secondaires (Salève), aussi bien que dans des arkoses, des filons et des réseaux métallifères ou des filons granitiques, ou même dans des dolomies et des calcaires grenus. On en a vu dans les cavités des roches rejetées par le Vésuve. Il n'est qu'un accident d'anciens filons et non pas de filons métallifères modernes; c'est ce qui explique son absence en Hongrie et Transylvanie, où l'on exploite surtout des gîtes de l'époque crétacée ou tertiaire. Sa position la plus singulière est sa dissémination en cristaux microscopiques dans des houilles d'Angleterre, ce qui, dit-on, occasionne leur petillement fréquent.

D'après ces gisements divers, il n'est pas douteux que l'acide fluorique a une double origine : dans les filons et les arkoses c'est un produit de l'intérieur du globe ; dans les autres cas ce n'est qu'un résultat d'accumulations de matières animales et végétales. Le fluor fait partie des matières souterraines de notre terre, il en est de ce corps comme du lithium des tourmalines, des pétalites, du triphane et de quelques micas, ou du cérium, yttrium et métalloïdes ou métaux qu'on n'a vus que rarement ou même jamais encore dans les volcans. L'acide fluorique, se combinant très aisément avec l'acide borique, la silice et avec l'eau, a dû jouer un rôle assez considérable dans le remplissage des filons métallifères, comme dans la formation de certains porphyres et certains réseaux métallifères, surtout stannifères, comme l'a dit fort bien M. Daubrée (1). En général il doit avoir été utile pour la production de certains silicates, parce que les vapeurs aqueuses acides tenaient la silice en dissolution et que l'acide s'évaporait après la formation des silicates. Doit-on employer cette propriété d'évaporation pour expliquer la fluorine des houilles? D'après ses propriétés chimiques on devrait s'attendre à la découverte de plus de fluates métalliques.

Si l'*acide phosphorique* est répandu en petite quantité dans un assez grand nombre de minéraux et de minerais, ses composés simples sont peu abondants, ce qui est malheureux pour l'agriculture. Les petites masses de phosphates des métaux gisent presque uniquement dans les filons, et sont un accident de toutes les zones; il n'y a guère d'exception que pour le phosphate de fer, qui existe partout et se forme encore, grâce à la présence de matières animales. Quant à la chaux phosphatée, elle ne se trouve qu'en cristaux peu nombreux dans les roches granitoïdes, plutoniques, volcaniques, météoriques ou métamorphiques. Sa variété cristallisée est de toutes les zones, mais le phosphorite compacte ne forme qu'un filon dans les schistes de Logrosan en Estremadure (2), tandis qu'une variété se trouve dans un terrain houiller de France, une autre dans les terrains secondaires.

(1) Voyez *Bull. de la Soc. géol.*, vol. 12, p. 396.

(2) Voyez Daubeny et Widdrington, *Phil. Mag.*, 1844, vol. 25, p. 216.

moyens et tertiaires. La variété siliceuse est en rognons dans du fer hydraté au milieu d'un grès du lias d'Amberg (Bavière) (1). Celle qui est en petites masses testacées ou en stalactites est dans un filon d'étain à Schlackenwald, et le phosphorite pulvérulent du Marmarosh n'est qu'un accident minime d'une fente de roches quartzeuses près du fer hydraté et dans le système carpathique secondaire (?)

Comme l'acide fluorique, l'acide phosphorique a deux origines bien distinctes : d'un côté le phosphore est une substance qui entre dans la composition du corps de notre planète, puisque, outre les apatites des aérolithes, les roches ignées offrent cet élément (2), qu'il y a des apatites dans les dolérites, une variété stalactitiforme dans l'île volcanique de l'Ascension et des phosphates même dans la bouche du Vésuve. L'association de l'apatite avec le quartz et le fer hydraté à Logrosan comme dans le Marmarosh indiquerait des vapeurs acides silicifères. D'une autre part, l'acide phosphorique est un dérivé évident des matières et de l'organisation animales, témoin le phosphate de chaux des os, le phosphate de fer et la phosphorite d'Amberg. De plus, cet acide se trouve dans plusieurs minéraux formés par infiltration dans des fentes ou des vacuoles, ou au moins dans des substances ayant ce gisement : telles sont toutes les espèces de notre famille des phosphates salins, les phosphates métalliques et le wernérite.

Les phosphates salins ont une distribution locale individuelle, qui indique bien que leur formation est tout à fait accidentelle; les uns sont des phosphates de magnésie, comme le wagnérite et le variscite; les autres, des phosphates d'alumine. Ainsi le lazulite et le wagnérite sont spécialement autrichiens ; savoir : dans la Basse-Autriche, la Styrie et le Salzbourg, où ils gisent dans des roches quartzo-micacées ou des schistes peut-être dévoniens, s'ils ne sont pas secondaires (Werfen). La turquoise n'existe qu'en Perse, en Silésie et dans la Saxe royale, dans des fentes de schistes siliceux ou de roches quartzeuses, et même dans l'argile tertiaire du Khorasan, dit-on. La wavellite est plus généralement distribuée, quoique dans des gîtes assez semblables à ceux des phosphates mentionnés et du variscite. Elle accompagne la phosphorite du fer hydraté d'Amberg, et a été rejetée par le Vésuve dans un bloc de calcaire grenu. L'yttria phosphaté est du nord et le struvite est un produit demi-animal du jour.

Le *fer* est de tous les pays : le fer oxydé hydraté, le fer limoneux et le fer sulfuré sont les espèces les plus répandues et offrent les gîtes les plus divers, depuis le sol primaire (Hesse, Nassau, etc.) jusqu'à l'époque actuelle. Au contraire, le fer oxydulé ou magnétique et en partie titanifère abonde surtout dans la zone boréale cristalline (Norwége, Suède (Taberg), Laponie, Oural (Blagodat), Amérique septentrionale); mais il y en a aussi en moindre quantité (?) entre les tropiques (Brésil) et même un peu dans nos Alpes. D'un autre côté le fer spathique et

(1) Voyez mon Mémoire sur le S.-O. de l'Allemagne, *Ann. des sc. nat.*, 1824, vol. II, p. 192.
(2) Voyez Mémoire de M. Fownes, *Lond. phil. Trans.* pour 1844, p. 33.

le fer oligiste sont concentrés surtout dans les roches métamorphiques des zones tempérées et tropicales, comme le fer carbonaté amorphe est lié à leurs houillères. Le fer oxydé rouge est un accident des filons des terrains primaires et secondaires, qu'on a surtout étudié dans la zone tempérée, comme dans le Lancashire, à Framont, au Fichtelgebirge, en Biscaye, en Portugal et dans le royaume des Birmans. Les fers oolitiques et en grain sont liés aux terrains jurassique et crétacé, qui existent surtout dans la zone tempérée boréale et dans une partie de la zone tropicale. Le fer hydraté se trouve en rognons dans le sol tertiaire comme dans nos alluvions.

Quant à la géogénie de ces fers, l'espèce limoneuse de nos marais est le pendant des hydrates de fer des terrains modernes, comme les pisolithes ferrugineuses de nos sources thermales acidules est celui du minerai de fer en grains ou oolitique. Les exhalaisons de fer micacé dans nos volcans et le fer oxydulé de nos laves caractérisent le fer oligiste des anciens terrains (île d'Elbe, Brésil), comme provenant d'une sublimation, aussi bien que le fer oxydulé des schistes comme provenant d'une matière éruptive; tandis que les traînées de fer spathique sur les deux versants de nos Alpes ainsi que le fer carbonaté de nos houillères doivent avoir des rapports intimes avec les émanations d'eaux acidules ou seulement de gaz acide carbonique, qui ont accompagné le soulèvement des chaînes, les éruptions ignées et la formation de divers dépôts. Enfin, il y a une opération chimique incessante, qui altère les oxydes de fer et les convertit, eux et les carbonates, en différents hydrates, de manière que les amas de fer spathique sont modifiés en tout ou en partie, et que des filons de fer offrent supérieurement des hydrates qui n'existent pas dans leurs profondeurs.

Le *cuivre* abonde sous la zone polaire et non loin de son cercle; il est souvent natif, en blocs énormes (Amérique du Nord, Scandinavie, Sibérie). D'autres espèces de cuivre sont distribuées également dans les zones tempérées et boréales. Le cuivre pyriteux, le cuivre gris argentifère, les cuivres carbonaté et silicaté sont les formes les plus ordinaires, et chacun de ces minerais paraît lié préférablement à certains terrains. La zone tropicale offre aussi des dépôts cuivreux. Les carbonates de cuivre sont surtout en grande abondance dans le groupe secondaire inférieur; les autres minerais mentionnés sont dans les schistes cristallins, les roches primaires et secondaires anciennes, mais les grandes masses de cuivre natif sont dans les trapps et les serpentines.

Les régions les plus riches en cuivre sont la Norwége, la Suède, le Cornouailles, le Devonshire, les bords inférieurs du Rhin, le Bannat, le nord de la Hongrie, l'Oural, l'Asie-Mineure, le Thibet, la Chine (Yunan et Formose), le Japon, l'Afrique méridionale, les environs du lac supérieur en Amérique, le Nouveau-Mexique, les Andes, le Chili, la partie méridionale de la Nouvelle-Hollande. Des localités moins riches sont la France (les Pyrénées, Chessy), l'Espagne, les Alpes orientales, l'Allemagne centrale, la Croatie et la Toscane.

L'*or* est un métal des zones tempérées et tropicales, car jusqu'ici les zones polaires n'en ont offert que très peu en Scandinavie. On pourrait même croire que la plus grande masse gît entre les tropiques et diminue vers les pôles. L'or est le plus souvent pur et n'apparaît que rarement sous forme de pyrites aurifères (Transylvanie, Norwége, Piémont et Alpes), ou même il s'allie au tellure. Ses gîtes dans les roches massives (porphyres, serpentine, etc.) et dans les schistes métamorphiques ont éprouvé de telles destructions par suite de bouleversements ou de l'action des eaux, qu'une grande partie de l'or du commerce provient du lavage de sables aurifères, et que les filons aurifères exploités sont comparativement peu nombreux. L'Oural, l'Altaï, la Chine, Bornéo, le Pérou, le Chili, l'Afrique centrale et le sud-ouest de ce continent, la Transylvanie et la Hongrie sont les contrées les plus aurifères du globe.

La distribution géographique de l'*argent* ressemble assez à celle de l'or; cependant des dépôts considérables de ce métal existent non loin du cercle polaire, en Norwége. L'argent se rencontre habituellement à l'état de sulfure, et s'allie au plomb, au cuivre et à l'antimoine. Son état natif n'est qu'un accident rare, qui souvent résulte d'actions électro-chimiques postérieures à la formation des sulfures. Si l'or est souvent disséminé dans les roches, l'argent est presque uniquement en filons ou petites veinules dans des dépôts schisteux cristallins ou massifs ou des roches primaires. Les régions argentifères sont surtout le Potosi, la province de Coquimbo au Chili, le Mexique (Oaxaca, Zimapan, Zacatecas, Catorce, Guanaxuato, Sombrerète), la Chine, l'Altaï (Nertschink et Kolivan), la Norwége (Kongsberg), la Suède, l'Erzgebirge, la Bohême (Przibram), le nord de la Hongrie, le Harz, l'Espagne et Sumatra. Le sulfure d'argent et de cuivre, rareté en général, forme au Schlangenberg, dans l'Altaï, le minerai le plus fréquent.

Le *platine*, avec le palladium, l'iridium, l'osmium et le rhodium, est surtout un métal tropical, car il ne s'est trouvé jusqu'ici surtout que dans un seul canton de la terre, savoir dans l'Amérique méridionale (Nouvelle-Grenade, Choco, provinces d'Antioquia et de Barbacoas, Matogrosso et Minaes-Geraes, au Brésil). Hors ces contrées, on ne l'a vu que dans l'île de Saint-Domingue, dans le pays des Birmans, au cap de Bonne-Espérance, à Bornéo et dans l'Oural. Cette dernière chaîne a offert aussi l'irite et l'iridosmine, et dans le royaume birman le platine est aussi uni à l'iridium. Néanmoins le palladium a été découvert dernièrement comme rareté au Harz (Tilkerode), et M. Dobereiner prétendait même avoir extrait du platine des sables aurifères du Rhin! Comme le platine est disséminé et non en filons dans des roches massives (serpentines) ou schisteuses, qui ont beaucoup souffert, on en trouve aussi des lavages considérables avec des pépites assez grosses.

Le *Tellure* uni à l'or, à l'argent et au plomb appartient à la zone tempérée boréale, car il n'est connu principalement que dans trois localités de la région porphyrique aurifère du terrain crétacé en Transylvanie; savoir : à Nagyag, Of-

fenbanya et Faczebay. Comme des raretés apparaissent le bismuth telluré de Retzbanya, de Schemnitz, de Scandinavie et du Brésil; le bitellurure d'argent, et le plomb telluré de l'Altaï, et le tellure nickélifère ou herrérite du Mexique.

L'*Étain* est un métal assez rare; mais lorsqu'on le trouve il est en assez grande abondance, ou même il est mêlé aux alluvions des pays stannifères. On le voit dans peu de contrées de la zone tempérée boréale, comme dans le Cornouailles, le Devonshire, l'Erzgebirge saxon et bohémien, l'Oural, l'Espagne, le Portugal et la Bretagne. Dans la zone tropicale, on le connaît dans l'île de Ceylan, dans la presqu'île de Malacca, les royaumes des Birmans et de Pégou, à Banca, à Bornéo et en Chine, ainsi que dans les cordillères des Andes, du Mexique, du Chili et au Brésil. Le nord polaire n'en offrirait guère sans une localité du Groënland. L'étain est toujours oxydé; son état natif et son sulfure ne sont que de grandes raretés; le premier dans les lavages aurifères de la Russie, et l'autre, dans un de ses gîtes en filons. L'étain paraît lié aux éruptions granitiques et porphyriques, comme cela se remarque bien dans l'Erzgebirge et dans l'Ouest celtique et cantabrique de l'Europe, massif qui, quoique séparé en quatre, forme une bande aussi remarquable par la similarité de sa géologie que par celle de sa flore et de sa faune.

Le *Mercure* n'est pas non plus un métal du Nord, car ses grands magasins sont Almaden, en Espagne; Couna, en Portugal; Idria, en Carniole; Leogang, dans le Salzbourg; le Palatinat du Rhin, la Chine, quelques points du Mexique, de la Colombie et du Pérou (Huancavelica), ainsi que les Apennins toscans. Le cinabre ou son sulfure abonde autant que le mercure coulant, et se trouve isolément en petites quantités dans quelques autres contrées, comme la Transylvanie, la Carinthie, à Rosenau, en Hongrie, etc. L'amalgame d'Europe et le mercure sélénié du Mexique sont des espèces de moindre importance qui accompagnent les autres minéraux dans leurs gîtes principaux. L'amalgame est aussi une rareté à Sala, en Suède. Un alliage de cuivre et de mercure existe au Chili, un mélange d'idrialine et de cinabre forme l'idrialite à Idria, et le bitume mercurifère de l'île Maurice est un accident volcanique. Les terrains primaires, secondaires et tertiaires recèlent du mercure; ces derniers terrains n'ont présenté jusqu'ici que du mercure coulant et l'espèce iodée (Mexique).

Le *Plomb* est un métal qui se trouve plus ou moins dans la plupart des pays, quoique ses plus grands dépôts semblent concentrés plutôt dans les zones tempérées que dans les zones polaires, ou même qu'entre les tropiques. Sous sa forme ordinaire de sulfure ou de galène, il est amoncelé surtout dans les royaumes ibériques de Murcie et de Grenade, dans le Michigan, le Missouri et le Massachusetts aux États-Unis, en Angleterre, en Belgique (Vedrin), dans la Daourie et la Chine intérieure, dans l'Australie méridionale, dans certaines parties des Alpes allemandes, savoisiennes (Pesay) et asiatiques, en Perse et au Mexique. Ce minerai est le plus souvent argentifère à des degrés plus ou moins avantageux pour le mineur, comme dans les Vosges, la Lozère, la Forêt-Noire, le Piémont,

à Przibram, en Bohême, en Hongrie, à Clausthal, au Harz, etc. Le plomb natif est une rareté; le minium et la litharge ne sont que des produits d'altérations ignées de la galène, comme le plomb natif d'Irlande, la litharge d'une cheminée volcanique au Mexique; d'autres fois ce sont des effets de modifications électro-chimiques postérieures au dépôt primitif.

Le *Zinc*, sous forme de calamine et de blende, est un dépôt des zones tempérées, et quelquefois le cadmium est uni au zinc (Przibram). C'est dans le terrain secondaire ancien de la Sibérie supérieure et de la Pologne, le sol primaire de la Belgique (Limbourg), le carbonifère de l'Angleterre (Northumberland, Derbyshire, pays de Galles) et du nord de l'Amérique, le terrain ancien de l'Altaï et le jura de Raibel, en Carinthie, et de Almunecar (roy. de Grenade), que sont les grands réceptacles du zinc du commerce. Ces minerais, et surtout la blende accompagnant la galène, se rencontrent encore en plus ou moins grande quantité dans les gîtes nombreux de ce métal. Très rarement le cadmium se montre à l'état de sulfure au Mexique, ainsi que dans des roches trappéennes des houillères de l'Écosse, sous la forme de greenockite.

Le *Manganèse* est un métal assez répandu, sous la forme d'oxyde, dans beaucoup de terrains et même dans les plus récents (Paris); mais ses amas les plus considérables sont dans les roches secondaires anciennes ou même dans des étages primaires, comme au Harz (Ilfeld), dans la Hesse électorale, en Thuringe, dans la Prusse rhénane, dans les Vosges, à Romanèche, en Irlande, dans le Cornouailles et l'Exeter, en Angleterre, en Écosse, aux États-Unis, etc. Ce serait un métal de toutes les zones, mais exploité, jusqu'ici surtout, dans la zone tempérée boréale.

L'*Antimoine* en sulfure est un minerai du sol ancien dans bon nombre de pays de toutes les zones, hors la zone polaire; mais il est rarement fort abondant, comme, par exemple, dans le Devonshire, la Lozère, les Pyrénées, l'Espagne méridionale, la Hongrie, la Carinthie, la Forêt-Noire et la Westphalie, ainsi qu'à Bornéo et au Mexique (Catorce), etc.

Le *Cobalt* ne se voit en masses un peu considérables qu'à l'état de cobalt arsenical et de sulfure, ou oxydé. Son gîte est dans les terrains primaires et secondaires anciens, surtout de la zone tempérée boréale; mais ce métal existe aussi dans les autres zones. Quelques unes de ses mines les plus considérables se trouvent en Norwége (Modum), en Suède (Tunaberg), dans le Nassau, dans la Hesse, dans l'Erzgebirge, la Styrie, les Pyrénées, etc.

Le *Nickel* est dans la même catégorie que le cobalt; il est aussi surtout arsenical et sulfuré, comme en Bohême.

L'*Arsenic*, communément sulfuré, se trouve dans plusieurs pays, mais jamais en grande abondance; comme, par exemple, dans le Bannat, la Transylvanie, la Bohême, l'Espagne, le Pérou, le Chili, etc. Des pyrites arsenicales sont exploitées çà et là, comme à Reichenberg, en Silésie.

Le *Bismuth* ne forme que de petits dépôts à l'état de sulfure ou à l'état natif ; il est surtout connu jusqu'ici dans les zones tempérées et tropicales (Suède, Europe centrale, etc.).

Le *Chrome* uni au fer se trouve dans toutes les zones, comme le montrent les localités les plus riches en ce métal ; savoir : les serpentines de l'île d'Unst (Shetland), de l'Aveyron, de la Styrie (Kraubath), de l'Oural, de la Chine, de la presqu'île en deçà du Gange, et des États-Unis septentrionaux. Le chrome oxydé n'est qu'une rareté, comme celui des grès secondaires inférieurs en France.

L'*Urane* est un métal rare qui n'a été vu, surtout sous la forme d'oxyde et de sulfure, qu'en Cornouailles et en Saxe ; mais il existe probablement dans d'autres continents. L'urano-tantalite et l'urane oxydé avec du cuivre siliceux sont des raretés.

Le *Titane* combiné avec le fer, ou plus rarement avec la chaux et la silice, ou bien en oxyde, est un métal répandu partout dans certaines roches massives, telles que les granites, siénites, euphotides, basaltes et roches volcaniques, ainsi que dans certaines roches quartzo-talqueuses. Ce sont ces dernières que le rutile affectionne principalement. Or, il y a de ces roches dans toutes les zones, mais elles abondent surtout dans les zones tempérées et tropicales. Si le sphène est disséminé dans beaucoup de siénites, le titanate de fer existe dans des contrées très diverses, sous le nom d'isérine, de menakanite, de crichtonite, d'ilménite, d'hystatite, de fer titanifère, etc. ; tandis que l'anatase ne se voit guère que dans de petits filons de roches cristallines, dans le Dauphiné, la Suisse, l'Espagne, le Cornouailles et le Brésil. Quant aux pérowskite et greenovite ou titanates manganésiens, ce ne sont que des curiosités, l'un de l'Oural, l'autre du Piémont.

Les *Scheelins* ferrugineux et calcaires des roches anciennes sont dans un cas voisins du titane, excepté qu'ils manquent dans les roches volcaniques, mais ils n'existent nulle part en abondance.

Le *Tantale* oxydé est surtout cité en Scandinavie, en Bavière et aux États-Unis, dans des roches granitoïdes.

Le *Sélénium* n'a été reconnu jusqu'à présent qu'en Suède, au Harz, dans le pays de Saxe-Meiningen, dans l'Erzgebirge (Freiberg) et au Mexique.

Le *Vanadium* n'a été vu qu'au Mexique, dans le terrain primaire du S.-O. de l'Écosse, dans l'Oural, dans la serpentine de Zœblitz, en Saxe, et dans un bronzite de Ligurie.

L'*Ilménium* est un nouveau métal de l'Oural et des États-Unis. Le *Ruthénium* est associé au platine de l'Oural, et les autres métaux récemment découverts sont surtout scandinaves ; mais tous sont en quantité trop minime pour être de quelque importance géogénique.

Sur plus de trente métaux connus, il n'y en a que quatorze qui se trouvent à l'*état natif* dans la nature. L'or, le platine, le palladium, l'iridium, le cuivre, le mercure, le tellure et le bismuth sont disséminés dans des roches massives ou

métamorphiques, ou altérées, ou bien dans de petits fendillements ignés ; ils se caractérisent donc bien comme des produits de sublimation ou bien de cristallisation d'une fusion ignée ; un exemple de ce dernier genre est l'or des serpentines et des porphyres, tandis que des minerais sublimés sont, par exemple, le mercure disséminé dans le granite ou dans l'argile tertiaire, ou même certaines lamelles d'or des grès crétacés altérés, des quartzites et des itabirites. Au contraire, les autres métaux natifs, l'antimoine, l'arsenic, le plomb, l'étain et même le bismuth, ne sont bien plutôt que des états secondaires des minerais ; au moins pour quelques uns, c'est un fait, comme pour le plomb natif, quand il n'est pas une sublimation. Si l'argent natif paraît souvent un résultat d'actions électro-chimiques, d'autres fois il peut être une sublimation ; ce sont des cas particuliers à étudier. L'or même aurait subi des déplacements semblables, si on osait se fier à Fichtel, qui parle de coquillages siliceux aurifères, à moins qu'il ne voulût parler que d'or alluvial empâté accidentellement. Quant au cuivre natif, il est résulté positivement dans certains cas du jeu des affinités chimiques, et est provenu du sulfure de cuivre. Il est particulier qu'on ne trouve pas plus de fer natif, puisque l'analogie des aérolithes semblerait en indiquer beaucoup dans les profondeurs du globe ; mais des propriétés et des circonstances chimiques s'opposent à sa sortie de terre sous cet état. D'un autre côté, l'extrême rareté du fer natif nickélifère, dans les divers terrains même très récents, a étonné plus d'un astronome, puisqu'on enregistre si souvent des chutes d'aérolithes. Cet accident météorique n'avait-il donc pas lieu autrefois ou était-il beaucoup plus rare ? Si l'on doit découvrir probablement encore d'autres métaux natifs, n'est-il pas bien plus probable que ce seront plutôt des produits secondaires que des sublimations ?

Les *Oxydules* et les *Oxydes métalliques* sont loin d'avoir une origine unique, comme on le croyait jadis. Ainsi, si le crichtonite ou le fer titané des roches massives se range, par sa dissémination ou sa position, parmi les produits ignés de premier jet, les expériences ont prouvé que le cuivre oxydulé pouvait avoir, et avait, en effet, une triple origine, l'une ignée, l'autre aqueuse, et une troisième électro-chimique. Le fer oxydulé même peut quelquefois n'être qu'un oxyde de fer rouge modifié. D'un autre part, si les peroxydes semblent se rapporter plutôt aux sublimations qu'à d'autres genres de formation, la plupart des oxydes et toutes les ocres sont reconnus pour des résultats de décomposition ou d'altérations chimiques de sulfures ou d'autres espèces de minerais. Dans ce cas sont surtout le cobalt, le plomb, le zinc, l'antimoine, le molybdène, le mercure, etc. Il n'y a d'exceptions bien évidentes que pour les oxydes de titane, de tantale, probablement de chrome, et peut-être même d'urane, qui paraissent des productions ignées immédiates. L'étain oxydé pourrait y être aussi adjoint, mais non pas tous les oxydes de fer. Quant aux oxydes hydratés, ce ne sont que des minerais divers retravaillés par des vapeurs aqueuses ou l'air atmosphérique, ou des dépôts d'eaux thermales, comme certains minerais de manganèse. Les hydrates silici-

fères et les oxydes silicatés indiquent, par leur nature, leurs caractères et leur gîte, que les eaux thermales, ou au moins des vapeurs aqueuses chaudes, ont eu une grande part dans leur formation. Quelquefois cette action n'a eu lieu que postérieurement au dépôt de minerais sulfurés, qui ont été ainsi modifiés et transformés. Dans d'autres cas, le véhicule de l'eau et la décomposition à la température ordinaire ont suffi pour cette formation, comme dans le cas des hydrosilicates de cuivre.

L'état de *sulfure* est l'état normal, la composition la plus habituelle sous laquelle les laboratoires souterrains ont amené des métaux à la surface de la terre. Il n'y a guère que l'or, le platine, le tellure et les métaux associés au platine, qui fassent exception à cette règle, car les métaux nouvellement découverts sont encore trop peu étudiés pour entrer en ligne de compte. Or, comme l'union de ces métaux exceptionnels avec le soufre n'est pas une impossibilité chimique, il faut que leur ascension à la surface ait été accompagnée de circonstances chimiques qui s'y sont opposées. — En général les sulfures sont une formation ignée, soit de cristallisation, soit de sublimation, et beaucoup d'autres minerais oxydés ou autrement acidifiés en dérivent évidemment. Ce qui prouve le mieux leur formation ignée, ce sont les pyrites quelquefois microscopiques disséminées dans les granites, les porphyres et les schistes cristallins, le gîte du molybdène sulfuré, celui des pyrites aurifères dans le quartzite, l'imprégnation métallifère des roches voisines des filons métallifères au moyen d'un métamorphisme de contact, etc.; mais les sulfures sont-ils sortis des profondeurs de la terre sous cette forme, ou se sont-ils formés seulement dans les cheminées ignivomes et les vides des pâtes plutoniques, au moyen du contact de métaux natifs sublimés avec des vapeurs sulfureuses et de l'hydrogène sulfuré? Les deux cas ont dû se présenter, et cela paraît plus probable que de ne vouloir adopter qu'un mode de formation. Les différentes propriétés des métaux auront agrandi, restreint ou même empêché ces cas de double origine, dont les aérolithes nous offrent des exemples.

D'un autre côté, il y a aussi bon nombre de sulfures formés par la voie aqueuse à l'aide de la chaleur ou par les eaux thermales, comme certains sulfures de fer; tandis que d'autres ont eu pour origine des actions moléculaires électrochimiques, témoins ces restes de végétaux changés en sulfure de cuivre à Frankenberg, dans la Hesse, et ce même sulfure dans des coquilles fossiles. Chaque cas individuel de sulfure exigerait donc un examen géogénique particulier, d'autant plus qu'il y a plusieurs métaux qui offrent plusieurs espèces de sulfures, dont quelques uns peuvent être des produits ignés immédiats, en même temps que d'autres ont une origine double ou triple. Ainsi les sulfures de molybdène, de cadmium, de mercure, d'argent, d'arsenic et de bismuth seraient dans la première division, et ceux de fer, de plomb, de zinc et même de manganèse dans la seconde. Dernièrement M. Kersten nous a montré, non seulement la réduction du carbonate, sulfate et phosphate de plomb en sulfure au moyen de l'hydro-

gène sulfuré, mais encore celle du sulfate en sulfure par le contact de restes organiques. Or, ces faits peuvent servir à expliquer diverses anomalies apparentes, savoir : la galène recouvrant du bois ou des os d'animaux domestiques dans d'anciennes galeries de mines ; les mouches et les nids de galène et de blende de certaines houilles et du muschelkalk, ainsi que cette galène cubique avec l'impression d'une feuille de fougère d'un terrain carbonifère. (Voy. *N. Jahrb. f. Min.*, 1833, p. 309, pl. IV.)

Les *Métaux sulfatés*, *hydrochloratés*, *carbonatés*, *arséniatés* et *phosphatés* ont été reconnus, par leur nature et leur gîte, pour des états secondaires d'autres minerais et surtout de sulfures. Les sulfates résultent de la conversion de l'acide sulfureux en acide sulfurique par l'accession de l'oxygène soutiré à l'air atmosphérique ou à l'eau. Bien plus rarement, de l'acide sulfurique rendu libre, comme dans le cas de la décomposition de pyrites, a réagi sur d'autres composés, tels que les carbonates, pour en former des sulfates.

Les *Hydrochlorates* ont été produits surtout au moyen de sulfures, de carbonates et de métaux natifs par l'arrivée de vapeurs hydrochloriques ou par celle d'eaux qui ont pu recevoir leur salure de l'intérieur du globe, ou simplement du trajet à travers des couches salifères.

La pénétration possible dans certains cas de petites quantités d'eau de mer a pu produire les mêmes effets. Des fendillements permanents ou momentanés, suite de tremblements de terre, ont pu contribuer à ce dernier accident. Dans tous les cas, il est remarquable d'en trouver autant dans certaines mines de Coquimbo au Chili.

Les *Carbonates* sont dus surtout à l'action décomposante et recomposante de l'acide carbonique, soit de l'air atmosphérique, soit de certaines eaux, sur les sulfures ; et les carbonates siliceux indiquent que ces dernières ont dû quelquefois posséder une température assez élevée ou les ingrédients alcalins nécessaires pour dissoudre la silice. D'autres fois, des émanations d'acide carbonique ou des mofettes ont pu seules produire ces sels métalliques. Les mines de plomb, les grès et les schistes cuivreux sont bien intéressants à étudier sous ces divers rapports ; mais personne ne doute de l'origine de leurs carbonates, qui, si elle n'a pas lieu comme je l'ai dit, peut provenir quelquefois d'une décomposition double de minéraux ou de minerais sous la forme de carbonates, en présence d'autres sels métalliques ; les bases étant différentes, leurs affinités pour l'acide carbonique et l'autre acide présent le seront souvent aussi. D'ailleurs, on a vu de la calamine se former dans les mines.

Les *Arséniates* sont dérivés surtout de la décomposition de diverses pyrites arsenicales, qui semblent un produit immédiat de sublimation ou de cristallisation ignée. Il s'établit un jeu d'affinité entre ces minerais et d'autres sulfures métalliques ou bien avec des oxydules (cuivre, par exemple) ou des oxydes. Le

fer oxydé résinite et ses stalactites montrent que l'eau est aussi un agent dans quelques unes de ces métamorphoses.

Les *Phosphates* paraissent aussi des accidents secondaires; mais l'acide phosphorique peut tout aussi bien être venu d'en haut que d'en bas. Ce sont des produits tantôt de la voie aqueuse presque à froid, et tantôt de la voie aqueuse ignée. Il faut étudier chaque gîte à part sous ces rapports divers. Comme les quatre sels métalliques ci-dessus, les phosphates existent surtout dans le haut des filons métallifères, démontrant ainsi assez bien leur origine, postérieure au reste de la masse des filons.

Les *Molybdates*, n'offrant jusqu'ici que celui de plomb, indiquent, ce me semble, une origine toute particulière. Vu la rareté et la position de ce minerai, ne serait-il pas permis de croire que du molybdène sulfuré du terrain ancien a été attaqué d'abord par la chaleur souterraine, et puis décomposé et acidifié : c'est cet acide vaporisé qui serait arrivé par des fentes jusque dans le lieu où était, ou bien se déposait de la galène, et aurait formé le composé en question dans les parties supérieures et plus froides de ces fentes. Si cette idée n'était pas à rejeter, on pourrait supposer de même des décompositions semblables par la chaleur, pour se rendre compte de l'acide de certains phosphates et même d'arséniates. Dans tous les cas, dès qu'on admet dans l'intérieur du globe une température élevée, même à une profondeur peu considérable, il devient évident que certains minéraux doivent se volatiliser dès qu'ils en trouvent la place, c'est-à-dire les cavités ou les fentes nécessaires, et que la pression est surmontée. Aussi n'ai-je point été étonné d'apprendre qu'on trouvait du mercure coulant jusque dans le sol tertiaire et alluvial, et que le bitume et le naphte étaient çà et là une simple distillation souterraine.

Les *Métaux chromatés* sont encore trop peu nombreux pour qu'on puisse croire que nous les connaissons tous. Les deux espèces établies seraient des produits de cristallisation et de refroidissement igné pour l'un, le chromate de fer, et d'action de vapeurs acides sur la galène pour l'autre, le chromate de plomb; à moins qu'on ne pût admettre une action électro-chimique entre l'oxyde de chrome et le sulfure de plomb avec le secours de l'air et de l'eau.

Les *Tungstates* de fer et de plomb sont le produit de l'action de l'acide tungstique volatilisé sur des minerais de fer et de plomb, probablement des sulfures; et le scheelin calcaire un produit de cristallisation ignée à l'aide de vapeurs acides.

Les *Métaux vanadatés*, *séléniurés*, *iodurés* et *bromurés* sont des découvertes fort intéressantes de la chimie moderne. Les premiers sont des sublimations ou même simplement des résultats de l'action de vapeurs acides sur d'autres minerais. D'ailleurs nous avons déjà cité du soufre sélénié dans le cratère de Vulcano. Quant aux deux autres minerais, une fois qu'on avait reconnu le rôle important des eaux minérales salines, en grande partie chaudes, dans le remplissage des filons, il devenait certain qu'on y découvrirait tôt ou tard le brome et l'iode, puisque ces deux corps ont été reconnus dans un bon nombre de ces sources minérales.

Il est même probable qu'on y trouvera encore d'autres composés métalliques. D'une autre part, l'iode existant dans la mer et certains végétaux marins et le brome dans les mollusques, le chimiste devait s'attendre à en signaler, soit dans certains dépôts salifères, soit dans quelques combustibles ou des roches bitumineuses. En effet, on a découvert déjà une soude iodée, et des houilles ont fourni ces corps élémentaires.

Dans la classe des *Minéraux proprement dits* sont réunis beaucoup de minéraux qui n'ont que rarement, comme espèce, une distribution géographique particulière, parce qu'ils forment dans les terrains des accidents plus généraux que la plupart des minerais. Néanmoins on peut observer que le groupe des *Minéraux métallifères*, à l'exception de la famille plombifère, trouve éminemment sa patrie dans le Nord plutôt que dans les autres zones, tandis que c'est tout le contraire pour le groupe des gemmes. On découvrira probablement peu de pierres précieuses, nouvelles, mais la série des minéraux métallifères s'accroîtra encore sûrement. Tous, excepté le plomb gomme, sont des produits de la voie ignée par cristallisation de refroidissement, par sublimation ou avec l'aide de vapeurs acides, suivant les espèces. Les familles cérifère et titanifère sont surtout des exemples du premier et dernier genre de formation, et la famille ferrifère offre des cas du second genre, où les minéraux tapissent des fentes, comme certains minéraux artificiels les cheminées des hauts fourneaux. L'isopyre a, en particulier, l'apparence d'une matière fondue.

Quant aux *Gemmes*, je ne puis que faire remarquer la patrie jusqu'ici exclusivement américaine de l'euclase, européenne du phénakite, et groënlandaise pour le saphirine et l'eudyalite. Le cymophane ne se trouve pas en Europe, mais en Asie et dans les deux Amériques (1). Environ comme les minéraux métallifères, ces espèces sont empâtées dans les roches massives granitoïdes, plutoniques ou volcaniques, dans les schistes cristallins ou dans de petits filons, dernier gîte exclusivement réservé aux gemmes à acides fluorique et borique, ce qui indique bien l'aide de vapeurs acides pour leur formation. Les autres gemmes sont des produits du métamorphisme moléculaire ou des cristallisations ignées contemporaines ou presque contemporaines avec celle des roches contenantes. Plusieurs des dépôts gemmifères étant anciens ou se désagrégeant aisément, comme certaines laves et brèches, il y a assez d'alluvions gemmifères.

Les groupes des *grenats*, des *amphiboles*, des *micas*, des *feldspaths* et des *macles* sont de tous les pays et de toutes les zones, parce qu'ils caractérisent et ornent surtout les schistes cristallins comme les roches massives. Les macles sont en partie surtout dans les schistes établissant le passage entre les roches fossilifères et les roches feuilletées cristallines. Dans le groupe des grenats, l'helvine est le seul minéral rare et restreint aux schistes anciens de l'Erzgebirge.

(1) Les topazes existent surtout au Brésil, dans l'Oural, la Daourie, et à Auerbach, en Saxe.

Dans le groupe des amphiboles, on peut remarquer l'espèce d'antagonisme de l'amphibole et du pyroxène, leur réunion dans l'ouralite et le vague qui plane sur les diallages d'après les recherches récentes des minéralogistes. Dans le groupe des micas, il y a plusieurs espèces nouvelles, dont la distribution est mal connue. Dans le grouge des feldspaths, le pagodite est un minéral surtout chinois, qui paraît passer par le jade au feldspath compacte. Parmi les macles, la couzeranite et le dipyre sont jusqu'ici des espèces pyrénéennes, qui y remplacent pour ainsi dire la rareté comparative du grenat. Plusieurs autres minéraux de ce groupe sont du Nord.

Les minéraux de ces cinq groupes sont des produits de cristallisation ignée ou de sublimation, ou d'actions moléculaires sous une certaine température. Dans les deux premiers cas leur formation est presque contemporaine de la cristallisation de la pâte qui les enveloppe, comme le grenat dans le granite, l'épidote dans la siénite et l'amphibolite; tandis qu'il en est tout autrement dans le dernier cas, où ils se caractérisent comme accidents métamorphiques de contact près de roches ignées ou dans des masses schisteuses assez chauffées pour le libre jeu des affinités chimiques et l'admission de nouveaux éléments entre les vides des molécules. Les macles, les couzeranites et les dipyres sont, à cet égard, au premier degré de cette opération, tandis que les groupes des amphiboles, des feldspaths et des grenats l'offrent dans son état le plus complet. Il y a aussi des idocrases dans du calcaire grenu contenant des parties de cette roche. Les blocs de roches calcaires et schisteuses rejetées par le Vésuve offrent de beaux exemples de métamorphisme, soit par leurs altérations, soit par la quantité des minéraux qui y tapissent des druses et appartiennent surtout aux groupes dont nous nous occupons (1). Si plusieurs de ces espèces ne sont que des minéraux restés intacts dans des roches arrachées aux couches traversées par les évents volcaniques, comme, par exemple, la topaze associée avec de l'étain oxydé, etc., d'autres espèces ne paraissent que le résultat métamorphique d'une chaleur assez longtemps continuée sur des fragments étrangers à la lave. Si l'idocrase en druses dans la serpentine est un cas de sublimation, l'égeran a cristallisé par refroidissement, le péricline et le quartz ayant rempli postérieurement les vides.

Le groupe des *amphigènes* est surtout volcanique, et rentre dans la division dont je viens de parler pour celles des espèces ou variétés qui existent dans d'autres roches. Ces minéraux laviques se forment au moment du refroidissement de ces matières fondues, tout en ayant déjà leur place presque ébauchée

(1) Ce sont des spinelles, des grenats, des idocrases, des amphiboles, de la grammatite, du pyroxène, de l'épidote, du feldspath vitreux, de la méionite, des amphigènes, des néphelines, la sodalite, la wollastonite, l'humboldtilite, le mica, le forstérite, la wavellite, la prehnite, la chaux carbonatée, l'arragonite, le fluorine, etc. Voyez *Mineralog. vesuviana*, de Monticelli et Covelli, 1825.

avant cet instant. Plusieurs d'entre eux se revoient dans les roches schisteuses cristallines; ainsi l'haüyne, qui orne certaines laves, comme celles du mont Vultur les phonolites, se retrouve aussi bien dans le calcaire grenu rejeté à la Somma que dans certain calcaire semi-cristallin rose de Tyrée (Écosse). La sodalite du Vésuve, en enduit dans des cellules de laves, est bien connue au Groënland et dans l'Oural, au milieu de roches granitoïdes. Quant au lapis lazzuli, il paraît propre à l'Asie centrale et a son gîte dans le calcaire grenu et les roches granitoïdes; il se caractérise autant comme minéral de métamorphisme de contact que comme un produit cristallin igné.

Dans le groupe des *quartz*, les espèces sont d'autant plus fréquentes que leur mode de formation a pu se présenter souvent. Ainsi si les silex et les jaspes abondent, le quartz hyalin cristallisé et les calcédoines sont déjà moins communs, et l'hyalite ne se voit que çà et là, parce que son dépôt a déjà exigé des circonstances assez particulières qu'on ne revoit qu'autour de nos volcans. Pour des raisons analogues, le quartz résinite n'est pas si fréquent que le silex corné ou la meulière; l'améthyste, la chrysoprase, l'héliotrope, et, en général, les agates ne se trouvent que dans certains pays et l'opale n'est qu'une gemme rare, parce qu'elle a demandé un dépôt de matière siliceuse assez pur et une dessiccation particulière pour lui donner son chatoiement. L'opale des bijoutiers est limitée pour cela à un très petit canton trachytique du nord de la Hongrie, aux îles Feroé et au pays de Honduras; la chrysoprase à la Silésie, à la Saxe et à un des États-Unis, etc.; au contraire de très beaux quartz résinites se trouvent déjà dans plusieurs pays, tels que l'Islande, les îles de Feroe, le Mexique, la Hongrie, etc.

Les quartz sont reconnus maintenant pour des dépôts d'origine aqueuse sous une certaine température, ou des cristallisations de refroidissement igné. Ainsi le quartz des roches granitoïdes et porphyriques est dans ce dernier cas, et, malgré les difficultés élevées par les chimistes, il est de formation contemporaine avec la cristallisation du mica et du feldspath de ces roches, car il y a impossibilité physique à expliquer autrement la pénétration mutuelle des cristaux de ces diverses substances, surtout par exemple dans le cas des pegmatites. Il me semble qu'il suffit d'admettre que les molécules des divers cristaux se sont groupées en même temps, comme dans les laves; les cristaux étaient donc plus ou moins ébauchés, sans que pour cela leurs molécules eussent perdu tout à fait leur mollesse primitive, vu la conservation d'une bonne partie de leur chaleur primordiale; en se refroidissant et achevant leur acte de cristallisation, les espèces moins réfractaires auront réagi sur les cristaux de quartz et les auront pu refouler un peu vu leur manque de rigidité; de là seraient résultées soit la structure des pegmatites, soit certaines fractures dans les cristaux de quartz pour ceux d'entre eux déjà trop rigides. Plus tard le quartz aurait perdu enfin toute sa mollesse. Dans le cas du porphyre quartzifère, les molécules siliceuses ont pu se grouper par

affinité, environ comme celles des silex dans la craie, ou des boules siliceuses de certaines résinites (Planitz), parce que la masse était encore pâteuse; de là seraient résultées aussi les formes dodécaèdres bipyramidales, vu la pression éprouvée de tous les côtés par les cristaux et l'absence de cette forme dans les druses, où, par contre, se trouve surtout la forme prismée. Cette dernière est aussi celle la plus ordinaire dans les granites, parce que l'effet de la cristallisation contemporaine a dû être de tendre à allonger les cristaux pour ceux qui s'y prêtaient. Ce qui confirme encore l'origine du quartz des porphyres, c'est le cas semblable des grenats, et surtout, dans des roches feldspathiques, certains embryons de cristaux de mica et d'amphiboles dont les molécules n'ont pu parvenir à se réunir complétement vu l'intervention de la matière feldspathique, environ comme les embryons des macles dans les schistes fossilifères au premier degré du métamorphisme. L'intervention possible de vapeurs siliceuses doit être surtout réservée pour certains cas rares de quartz dans des cavités de laves ou de trachytes.

D'une autre part, le quartz résinite est un dépôt d'eaux thermales, qui ont dû abonder encore davantage autrefois, vu le refroidissement moins avancé de la croûte terrestre. L'hyalite est une incrustation de vapeurs aqueuses chaudes, qui tiennent en dissolution de la silice au moyen de leur température et de leur alcali. L'Islande et les Açores sont là pour prouver ces origines, comme elles démontrent aussi que la calcédoine et l'agate ne sont que des produits d'infiltrations aqueuses sous une certaine température; témoin aussi la calcédoine en stalactites dans les calcaires secondaires et même dans du calcaire d'eau douce, ainsi que la calcédoine sur du bitume. Cette espèce se trouve aussi dans quelques amas de fer oxydulé des schistes cristallins. On peut faire les deux suppositions suivantes: elle aurait tiré son origine de l'infiltration d'eaux ordinaires à travers ces roches, où elle aurait acquis une certaine température et dissous de la silice, ou bien ce serait un dépôt de vapeurs siliceuses, et cette dernière hypothèse serait étayée par la coexistence du datolite.

Quant à certaines roches et surtout certains filons de quartz, s'il est bien prouvé que ce ne sont pas des grès métamorphosés, on y peut voir des éructations ignées, tout en admettant que des vapeurs ou eaux thermales silicifères ont contribué principalement au remplissage de beaucoup d'autres filons de quartz.

Enfin, il y a la classe des produits siliceux, qui sont composés en plus ou moins grande partie de carapaces siliceuses d'infusoires. Ce sont les farines fossiles, les silex pyromaque et corné, les ménilites, certains jaspes, certains tripolis, certains schistes siliceux, les meulières et la silice pulvérulente. Néanmoins, la présence des infusoires n'exclut pas l'intervention des eaux thermales silicifères; au contraire, ces deux causes d'amoncellement de silice sont dans un rapport mutuel et ne sont que le complément l'une de l'autre. Le gîte des silex comme

des autres matières siliceuses nodulaires démontre un pelotement des particules siliceuses par attraction moléculaire au milieu d'une vase, comme l'a bien illustré M. Virlet; celui des meulières dénote une pénétration abondante d'eaux siliceuses dans des argiles, des sables ou des limons calcaires. A la différence près de la matière, la chaux carbonatée nous offre encore aujourd'hui les mêmes opérations dans nos alluvions, et les silex calcaires n'y manquent pas plus que dans le loess. — Les silices pulvérulentes non dérivées d'infusoires peuvent être des précipités aqueux (Saint-Ouen), ou même des vapeurs aqueuses comme dans certaines dolomies, ou bien être liées à des opérations de décomposition ou d'épigénie. Des particules siliceuses peuvent être mises en évidence par la destruction de la pâte qui les enveloppait; par exemple, de l'eau acidule peut détruire une enveloppe calcaire, ou bien l'acide carbonique de l'air et l'eau décomposent des minéraux et rendent libre leur silice, comme M. Fuchs a prouvé, dès 1823, que c'était le cas pour le quartz résinite résultant du changement d'une roche feldspathique à paranthine (son porcellanspath) en kaolin (1).

Les *zéolithes* sont propres aux dépôts volcaniques anciens et modernes, qui ont eu lieu dans toutes les zones et toujours dans des îles ou sur le bord des Océans ou de mers intérieures actuellement écoulées. Ainsi, l'Islande, les îles Feroe, les Hébrides, le nord de l'Islande, les environs de la Clyde en Écosse, les Açores, le Vicentin, la Nouvelle-Écosse et le Groenland occidental, sont les contrées basaltiques ou trappéennes les plus riches en zéolithes, tandis qu'on en trouve moins dans des pays plus éloignés de la mer, comme dans le Tyrol méridional, en Bohême, en Auvergne, au Chili ou dans l'Indostan central. — Outre le gîte précédent, un petit nombre de zéolithes s'offrent en moindre quantité dans les amas de fer oxydulé et dans certains filons de fer, de plomb, d'argent et de cuivre. Ce sont l'apophyllite, la stilbite, l'harmotome, la laumonite, l'analcime, la préhnite, l'édelforsite et la seule espèce à acide borique, la datolite.

La voie ignée ou la voie aqueuse peut avoir formé ces minéraux. Ainsi on a trouvé dans des blocs de lave rejetés du Vésuve de l'analcime, de l'harmotome, de la thomsonite et du phillipsite ; j'ai vu quelques zéolithes dans des druses de trachytes au col de Cabre (2); on a cité du stilbite dans du granite et divers zéolithes dans le fer oxidulé des gneiss. Tous ces cas appartiennent-ils au premier genre d'origine? Loin de vouloir l'assurer, je trouve en général les preuves et raisonnements pour cette origine bien moins convaincants que les faits démontrant la formation aqueuse d'au moins beaucoup de zéolithes. D'abord la forme stalactitiforme de plusieurs espèces n'a son pendant que dans le carbonate de chaux, comme les plaques mamelonnées de préhnite ne se retrouvent que dans les calcédoines, les malachites et les hématites. Les formes des agates se rever-

(1) Voyez *Denkschrift der Munchner Ak. der Wiss.*, vol. 7, p. 65.
(2) Voyez *Journ. de géolog.*, v. I, p. 382.

raient même dans les zéolithes, s'encroûtant mutuellement, si leur composition moins simple eût permis une juxtaposition aussi complète que dans les agates. De plus, il y a des trapps et des basaltes si remplis de druses et de petits filons de chabasie et de mésotype que leur masse l'emporte sur celle de la roche contenante. D'ailleurs, la postériorité du dépôt zéolithique est rendue évidente par la chabasie remplissant les vides laissés entre des cristaux d'amphibole et la pâte basaltique, donc l'amphibole était complétement cristallisé avant l'arrivée de la chabasie. J'ai vu des zéolithes se prolonger des basaltes dans des fissures de la craie d'Irlande. On a vu des apophyllites dans des coquillages pétrifiés et non altérés. Cette espèce et la mésotype existent dans le calcaire d'eau douce et même dans les tubes d'indusies, en Auvergne. M. Karsten a vu se former des zéolithes en incrustations sur du bois dans les mines de Freiberg. Ces minéraux sont donc bien des dépôts aqueux dans des vacuoles et des fentes de roches ignées, surtout submergées, ou bien dans des crevasses stériles ou métallifères. D'après l'Islande, il paraît évident que des sources considérables d'eaux thermales alcalines et silicifères ont facilité ce dépôt, qui a acquis une si grande variété par les substances élémentaires dont l'infiltration ou les vapeurs aqueuses ont pu s'emparer à leur passage à travers les roches.

Le groupe des *minéraux hydratés* est éminemment une réunion de minéraux formés par des infiltrations aqueuses dans des fentes ou même, pour un ou deux, dans des vacuoles de roches (chlorophéite). Les espèces très magnésiennes sont liées à la serpentine. Le kaolin est une altération chimique du feldspath ou plutôt de divers feldspaths, une pseudomorphose, qui peut avoir eu lieu suivant les localités à des époques fort diverses, qui se continue çà et là et se présente dans plusieurs roches, telles que les pegmatites, certains gneiss, certains porphyres et trapps. Dans certains cas des vapeurs acides y paraissent avoir contribué; dans les autres, l'acide carbonique de l'air et l'eau en sont les causes premières. L'écume de mer n'existe qu'en Anatolie, Livadie, Espagne, Moravie et Portugal; les autres espèces n'ont pas une distribution assez particulière. Ainsi, si on ne recherchait pour les arts que le kaolin le plus pur, il y en aurait partout où existent les roches qui le fournissent.

Les *minéraux argileux* sont de plusieurs genres. L'aluminite n'est qu'une pseudomorphose de pyrites, la stéatite une métamorphose de minéraux magnésiens, feldspathiques, micacés, quartzeux ou même de gemmes. La lithomarge, la cimolite, les bols sont des altérations de roches feldspathiques de divers âges ou d'aggrégats fins ignés de cette nature, ou bien des pseudomorphoses. La terre jaune est une argile ocreuse, et les terres vertes sont tantôt de véritables composés particuliers, savoir des silicates de fer, tantôt de simples parties triturées et altérées de roches serpentineuses.

La classe des *matières inflammables* est surtout des régions tempérées du globe et bien moins des autres zones, autant que nous sachions. Les *houillères*

ne se trouvent que dans les pays suivants, savoir : les Iles britanniques, la Belgique, la France, l'Allemagne centrale, le Bannat, le sud de l'Espagne, la Russie méridionale, la Chine septentrionale, l'Indostan au sud du Gange, le Mazuderan (1), la Perse, le sud-est de l'Australie, la Nouvelle-Zélande, le Chili, l'Uraguay, la Nouvelle-Grenade, la Pensylvanie et les États environnants, la Nouvelle-Écosse, et peut-être l'Amérique arctique insulaire. Si véritablement la Russie était peu riche en houilles, malgré l'étendue énorme de son terrain carbonifère, il y aurait peu d'espoir pour le vaste territoire semblable et silurien de la Sibérie. L'Afrique n'a point offert encore de véritable houille, cependant, ne devrait-on pas en soupçonner au moins vers son extrémité méridionale, ou que les terrains primaires y abondent. D'un autre côté, l'exemple du Brésil, de la Guyane et du Mexique même est peu rassurant, puisque ces pays n'ont pas de houille ancienne malgré leurs dépôts cristallins et primaires (intermédiaires des auteurs). Il est digne de remarque d'observer des roches à diamants dans les grandes contrées où il manque de houille, comme au Brésil, au Mexique, dans le centre de l'Indostan et à Bornéo.

Quant aux *Anthracites*, elles sont encore moins fréquentes que les houilles, parce que leur formation a demandé probablement des circonstances particulières de chaleur souterraine. Ainsi, si on en trouve de très petites quantités dans tous les pays où s'est déposé le terrain ancien fossilifère, les seules contrées riches en ce genre sont les houillères de Pensylvanie, les Alpes françaises occidentales, quelques points de l'Allemagne, du pays de Galles, de la Bretagne, de l'Espagne et de la Toscane.

Le *Graphite* est disséminé en petites quantités dans bien des cantons différents du globe et dans plusieurs roches ou même dans des filons, mais ses amas exploitables sont restreints à quelques districts peu nombreux, comme par exemple les gneiss des environs de Passau, certains points semblables des Pyrénées, d'Espagne, du Portugal, de la Calabre, de la Chine et des États-Unis, le voisinage de roches porphyriques du Cumberland et de l'Écosse méridionale, etc. Comme l'anthracite, ce minéral paraît assez souvent une simple modification d'un résidu végétal de l'ancien monde au moyen de la chaleur souterraine du métamorphisme ou uniquement par le contact de roches ignées, comme dans les Iles britanniques et dans le trapp d'Islande. Cette explication n'exclut pas, du reste, sa formation immédiate par sublimation ou par l'hydrogène carburé, comme cela a lieu dans les hauts-fourneaux. D'ailleurs, on en a vu même dans les aérolithes, les siénites et les granites; ce dernier gîte est d'origine douteuse. Cette hypothèse serait surtout applicable à la production de certains graphites de filons, à ceux des roches ferrifères du

(1) M. Voskoboinikoff, chargé par le gouvernement russe de visiter le Mazuderan, y a reconnu le terrain silurien par ses fossiles, comme M. Abich dans la vallée de l'Aras en Arménie, et, de plus, le terrain carbonifère avec des houilles. (*Commun. du comte Keiserling.*)

gneiss ou même des calcaires grenus ; mais, dans ces derniers cas, l'anthracite s'y associant aussi quelquefois, on se trouve fort embarrassé pour tracer la limite entre ces divers modes d'origine ; d'autant plus que toutes les observations optiques, microscopiques, chimiques et cristallographiques s'accordent pour ne voir dans le diamant qu'un produit végétal carbonisé et cristallisé. De plus l'idrialine même a l'air d'être provenue de matières végétales, vu le voisinage à Idria de semblables restes intacts.

Les *Lignites* abondent bien plus que les houilles, mais sans former dans un même bassin des lits ni si nombreux, ni si continus que ces dernières. Ils seraient de toutes les zones, si on pouvait placer dans cette division le *Suturbrand* alluvial du nord, ainsi que les bois flottés de ses rivages glacés. Les zones tempérées en posséderaient le plus d'après nos données du jour; mais, vu l'enfouissement énorme et incessant de matières végétales entre les tropiques, les alluvions de ces contrées doivent recéler encore plus de lignites modernes. Toute la différence entre les houilles et les lignites paraît dépendre de trois circonstances ; savoir : des matières végétales particulières à chacun de ces dépôts, du mode de leur ensevelissement et tassement, ainsi que des modifications d'un travail intérieur postérieur, action chimique, qui a été aidée différemment par la chaleur de la terre, diverse à ces deux époques et pendant un espace de temps plus ou moins long.

Les *Résines*, étant liées intimement à la formation des houilles et des lignites, varient suivant leurs combustibles concomitants; elles suivent leur distribution et achèvent de mettre le cachet à l'origine végétale de tous ces produits si utiles à l'humanité. Ainsi, si le middlétonite est dans les houillères anciennes, l'ambre et le mellite n'ont été vus que dans les lignites tertiaires, et la plupart des autres résines énumérées ont le même gisement ou sont crétacées.

Quant aux *bitumes*, *cires* et *naphtes*, ces dernières huiles ne sont que des distillations de lignite ou de houille par la chaleur souterraine, ou des composés de gaz souterrains, tandis que les cires ne paraissent être que ces huiles dans un état concret. Les bitumes sont ou des produits d'émanations gazeuses des volcans ou très souvent des résultats de distillation des houilles par la chaleur souterraine, ce qui expliquerait d'une manière ou d'une autre, suivant les cas, le contenu bitumeux de tant de roches secondaires et primaires, lorsqu'on ne peut pas le faire dériver plausiblement toujours de matières végétales et animales, comme dans les Alpes par exemple. Le caoutchouc minéral ne serait qu'une condensation de bitume des houilles ou des roches volatilisé par la chaleur des trapps, pour ainsi dire dans un vaisseau clos et peut-être sous une certaine pression.

Saisissant d'un coup d'œil la distribution des combustibles, on ne peut s'empêcher de trouver fort juste la remarque que leur géographie et géologie cadrent tout à fait avec le siége de l'intelligence, de l'industrie et de la haute civilisation. La zone tropicale ou les glaces polaires ne seront jamais le berceau des maîtres du monde ; mais les zones tempérées et la région tropicale élevée et froide ont été

de toute éternité et seront toujours la demeure des guides de l'humanité. Dans les zones des extrêmes de température, ces présents de la nature auraient été sans but, et les hommes ne s'y seraient même jamais donné la peine de les arracher au sein bienfaisant de cette mère du genre humain. D'une autre part, n'est-il pas frappant de trouver que la zone tropicale se rapproche beaucoup de la nature des zones polaires par l'abondance de certains minéraux et des roches des groupes feldspathiques, amphiboliques, pyroxéniques, micacés et ferrifères. L'analogie doit même faire soupçonner dans les schistes cristallins et les roches granitoïdes des tropiques, une riche moisson de minéraux rares, que nous ne connaissons encore qu'en partie. Ces minéraux, composés surtout des quatre terres principales; savoir : la silice, l'alumine, la magnésie et la chaux, avec quelque alcali ou métal, y présenteront, s'ils ne sont pas nouveaux, au moins des variétés particulières, comme dans le nord. Nous en avons déjà des exemples dans le spinelle rouge de l'Indostan et l'indianite du Pégu.

Passons maintenant aux *Roches*. Parmi celles qui sont stratifiées et d'origine aqueuse il n'y a guère que les suivantes qui n'existent pas partout lorsque les terrains qui leur sont propres y existent. Ce sont d'abord les roches à infusoires; savoir : la farine et le papier fossile, le dusodile et certaines roches tripoliennes, puis les silex pyromaque et ménilite, le quartz résinite et les meulières, les schistes siliceux avec la lydienne et les novaculites, enfin les arkoses, les schistes alumineux, les ampélites, les calcaires et dolomies bitumineuses, les calcaires siliceux à aiguiser et les calcaires lithographiques.

Vu les rapports entre la température et le nombre des êtres ou leur développement, les roches à infusoires doivent être plus nombreuses entre les tropiques que partout ailleurs, et il doit y en avoir plus dans les zones tempérées que vers les pôles. Le dusodile, ou schiste bitumineux à infusoires, n'a été vu jusqu'ici surtout que dans les régions tempérées, tandis que la farine fossile est de toutes les zones et y a servi de nourriture temporaire.

Le *Silex pyromaque* caractérise plutôt la craie de la partie septentrionale de notre zone que celle plus au sud, qui comprend des portions des trois parties de l'ancien monde et où domine davantage le quartz calcédonien, et où les silex sont plutôt en lits qu'en rognons. Dans le système alpin de la craie, le silex corné remplace le plus souvent le silex pyromaque, et silicifie çà et là des amas calcaires et arénacés. Les ménilites abondent surtout dans les bassins tertiaires de Paris, de Moravie et çà et là en Hongrie. La France septentrionale et sud-ouest est riche en meulières, qui manque presque au reste de l'Europe, à l'exception de quelques variétés bosniaques; mais les meulières des sables de Paris l'emportent sur celles du calcaire d'eau douce du sud. Les *novaculites* sont dans les schistes le pendant des pierres lithographiques dans les calcaires : la finesse et l'uniformité du grain ainsi que la dureté égale produite par la dissémination bien uniforme des particules siliceuses, telles sont les qualités requises; ce qui rend compte de

la rareté des gîtes exploités de ce genre. Les *Calcaires siliceux à aiguiser* sont à peu près dans le même cas ; légèrement sableux, ils exigent une texture à feuillets épais, qui se rencontre particulièrement dans certaines couches suprajurassiques des Alpes bavaroises.

Les *Schistes alumineux*, à cause de leurs pyrites disséminées et qui se décomposent, sont bien plus fréquents que les *Ampélites* ou schistes argileux carburés ; ces roches sont de toutes les zones. Quant aux *Arkoses*, elles ne sont qu'une arène résultant de la décomposition des roches granitoïdes, ou un grès désaggrégé retravaillé par des eaux minérales et des vapeurs acides ; c'est ce qui rend leur distribution si intéressante et leur distinction si nécessaire comme roche existante en couches et filons. On comprend dès lors leur liaison intime avec les granites, leur pâte plus ou moins siliceuse et leurs minéraux et minerais disséminés, tels que la barytine, le fluorine, etc., des minerais de fer, de plomb, de cuivre, etc.

Parmi les *Roches ignées* il y en a plusieurs qui n'ont pas une distribution générale, ce qui est surtout le cas pour celles qui sont éruptives. D'abord les roches pseudo-volcaniques provenant de l'embrasement de lignites ou de houillères ne se trouvent que dans les régions déjà désignées de ces combustibles. Les pseudo-volcans les plus nombreux des houillères sont en Écosse, en Angleterre, en France, dans le palatinat du Rhin (Duttweiler), en Saxe (Planitz), dans le Missouri, au Chili, dans l'Australie méridionale, dans l'Asie centrale, où ils ont trompé longtemps les géologues par le commerce de sels ammoniacaux auquel ils donnent lieu (1). Les pseudo-volcans de lignites sont bien moins intéressants ; on peut en voir dans la Hesse électorale, à Héring en Tyrol, près d'Œdenburg en Hongrie, dans la Petite-Valachie et en Mésopotamie (2). Dans le Mittelgebirge en Bohême, ils ont produit de vastes dépôts de grès modifiés et de porcellanites. Les plus rares pseudo-volcans sont ceux provenant de l'inflammation des schistes carburés primaires, comme à Poligny, en Bretagne et près de Réval (3), ou de roches bitumineuses du lias, comme près de Hildesheim (4). La décomposition des pyrites par l'air et l'eau et peut-être rarement l'électricité atmosphérique, sont les causes uniques de ces accidents.

Les *Salses* sont un autre accident rare de quelques districts de la terre situés seulement dans la zone tempérée ou entre les tropiques, savoir dans le nord des Apennins, en Sicile, en Transylvanie, en Murcie, à Taman, à Bakou, dans l'Arracan, à Java, dans une île près de Timor, à la Nouvelle-Grenade et dans l'île de la Trinité. Il y faut lier ces étangs de poix minérale qui existent dans le Texas et à la Trinité ; néanmoins il y a une foule d'endroits de la terre où il existe des sources

(1) Voyez *Archiv. fur wiss. kunde Russlands*, par Erman, 1842, p. 708.
(2) Voyez Ainsworth, *Reis. in Assyria*, 1838, p. 242.
(3) Voyez Severgin, *Tasch. f. min. de Leonhard*, 1809, p. 212.
(4) Voyez Roemer, *N. Jahrb. f. min.*, 1843, p. 332

de pétrole sans salses ni asphalte, et les salses n'offrent guère des masses de ce dernier minéral, mais bien plutôt du naphte. D'après la distribution géographique et géologique des salses et des sources de pétrole sans salses, il est assez évident que ces dernières ne sont qu'un produit de distillation des houilles par suite de la chaleur souterraine, comme en Écosse, etc.; tandis que les salses sont un accident de lignites tertiaires ou crétacés: ce qui n'exclut pas du reste la possibilité que certaines sources de pétrole et même peut-être l'huile de certaines salses puissent dériver de la combinaison de gaz développés dans l'intérieur du globe. La température basse de tous ces phénomènes semble peu favorable à leur liaison avec le volcanisme, et n'oublions pas que si nous trouvons du bitume dans les volcans, leurs cheminées doivent traverser le plus souvent des roches plus ou moins bitumineuses. Le voisinage de certaines salses et de volcans actifs serait significatif si ce phénomène se faisait jour à travers toute sorte de terrains; mais restreint au sol tertiaire, une dépendance particulière se fait en conséquence sentir, qui l'éloigne et non le rapproche des volcans. Sous ce rapport, la salse en miniature nommée le *marais d'enfer* à Kavassna en Transylvanie, est fort instructif (1). La persistance de certaines sources de pétrole, et leur quantité régulière depuis quelque mille ans ne sont pas des raisons sans réplique pour le volcanisme, car des terrains récents peuvent cacher dans ces lieux des trésors immenses de houille. D'ailleurs, personne n'a encore pu lier les éruptions de temps en temps plus considérables des salses avec celles des volcans, même lorsqu'il y en a dans leur voisinage, tandis qu'on ne voit pas comment le plutonisme prétendu des salses expliquerait la concomitance des sources de pétrole et des dépôts de combustibles. D'après notre manière de voir, on s'expliquerait ainsi assez bien, par l'effet puissant de gaz accumulés sous terre, certains tremblements de terre et des détonations circonscrites dans certaines limites comme autour de l'Adriatique, à Murcie, etc.; tandis que descauses plus profondes et plus générales en produiront d'autres d'une étendue bien plus considérable.

Les roches proprement volcaniques, les *Trachytes* ordinaires et surtout leurs espèces *vitreuses* et ponceuses, sont connues jusqu'ici plutôt dans les zones tempérées et tropicales que vers les pôles. Dans ces dernières contrées, la quantité de ces matières en Islande et dans quelques îles australes remplace en partie leur peu de fréquence, car l'Islande est avec les districts trappéens de l'Indostan le plus grand espace terrestre, qui soit uniquement volcanique. Parmi les roches vitreuses l'*obsidienne* chatoyante n'existe qu'au Mexique, et la variété verte en petits morceaux dans les alluvions du nord de la Bohême. Les plus grands dépôts d'obsidienne sont en Islande, aux Canaries, dans les îles Ponces, en Arménie, au Kamtschatka, aux îles Sandwich et de la Sonde, ainsi que dans les Andes. Les *Perlites* n'ont été vues que dans certains pays volcaniques, comme dans les îles

(1) Voyez Wimmer, *Annal. de Berghaus*, 1836, vol. II, p. 252.

italiques et océaniques, dans les Euganéens, en Espagne, en Hongrie, au Kamtschatka, au Pérou, au Mexique, et dans l'Orégon; tandis que les *Rétinites* sont un accident local de certains points de l'Islande, de l'Écosse, du nord de l'Irlande, de la Saxe-Royale, de la France, de l'Espagne basque, de l'Italie, de la Hongrie, de l'île de Ceylan, du Mexique, de la Colombie et du Pérou. Le rétinite perlitique existe surtout dans les îles occidentales de l'Écosse et l'Irlande. Si les Ponces accompagnent les obsidiennes, elles se trouvent souvent sans elles, et sont ainsi dans beaucoup plus de localités dans les environs des volcans brûlants comme des volcans éteints.

Les *Basaltes* abondent surtout dans les îles ignées et se montrent dans toutes les zones, en offrant la particularité de n'exister dans aucune haute chaîne du globe. En vertu d'une espèce d'antagonisme entre la sortie de ces roches pyroxéniques et l'exhaussement considérable de la surface terrestre, le basalte ne se montre qu'à distance de ces trappes ouvertes ou tout au plus au pied des chaînes. Si des roches ignées existent dans une chaîne élevée, ce ne seront que des trachytes ou des roches très feldspathiques, comme on le voit fréquemment dans les cordillières des Andes du Mexique et de l'Arménie. Si on voulait objecter que le porphyre pyroxénique n'est qu'une variété de basalte, et qu'il remonte assez loin dans les Alpes méridionales du Tyrol, je répondrais qu'il ne s'y trouve qu'au milieu de roches secondaires, à des niveaux comparativement peu élevés, le plus souvent dans le fond de grandes crevasses, et d'ailleurs je crois devoir le séparer comme dépôt d'un âge différent d'avec le basalte.

Les *Diorites* sont de tous les pays, mais ceux du nord paraîtraient principalement d'un âge assez ancien, tandis que ceux d'une époque récente manqueraient dans le nord et sont fréquents dans le sud de l'Europe. A mon avis, il y a des raisons minéralogiques et géologiques pour les lier aux porphyres siénitiques ou métallifères, qui caractérisent le terrain métamorphique des pays magyares, turques, géorgiens, persans (1) et mexicains. Jusqu'ici la presque totalité des géologues de l'Europe occidentale les ont méconnus et confondus avec les trachytes, parce que ce sont les éruptions porphyriques qui s'en rapprochent le plus par leurs produits et par l'âge de leur apparition.

Le *Kersanton* est une roche caractéristique de la France armoricaine, et le *Pyroxène* en roche un accident des diorites des Pyrénées et de l'île d'Elbe. Les *Euphotides*, les *Serpentines* et les *Variolites* semblent abonder surtout dans certaines contrées, où dominent les terrains secondaires récents, comme dans toute la zone méditerranéenne. Quand on lie ensemble toutes les masses semblables des Alpes, des Apennins et de la Turquie d'Europe, on serait tenté de comparer aux

(1) Si M. Voskoboinikoff a trouvé du terrain primaire au sud de la mer Caspienne, la chaîne du Demavend, d'après M. Kotschi, est composée surtout des terrains arénacés, crétacés, alpins, de la Transylvanie, avec les mêmes porphyres métallifères et des trachites, et la solfatare du Demavend.

coulées des volcans les culots et filons de ce genre en Turquie et en Italie, tandis que les autres amas à cheval sur les Hautes-Alpes et les Apennins de la Ligurie font l'effet du pourtour d'un immense cratère, qui est ouvert à l'est pour laisser échapper le Pô et ses affluents. Les serpentines du nord, bien plus rares, ne sont que des accidents métamorphiques du leptinite (1), des gneiss ou même du calcaire grenu, à l'exception de celles dans le terrain primaire, qui sont liées aux trapps. Le *Diallage en roche* n'a été vu jusqu'ici qu'en Haute-Albanie. Les *Variolites* sont les perlites des roches feldspathiques magnésiennes, et forment quelquefois les salbandes des serpentines (2). Les *Porphyres* et les *Trapps* secondaires sont en un rapport évident de voisinage et de formation avec les houillères anciennes et les grès rouges anciens. Leur distribution montre que la zone tempérée boréale et même certains points de la même zone australe ont été à cette époque le théâtre de phénomènes ignés, dont la grandeur ne se retrouve plus qu'entre les tropiques et qui ne se sont pas étendues aux zones glaciales. Les porphyres micacés (3), quartzifères et mélaphyres caractérisent trois périodes éruptives, dont les trachytes nous offrent les analogues. La *Minette* des bords du Rhin n'est qu'une variété du porphyre micacé. L'*Elvan* est une autre variété du Cornouailles et de la Vendée, où il est en filons dans le terrain primaire. Le *Norite* est un mélange de feldspath et de quartz, surtout particulier à la Norwége, quoiqu'on le revoie aussi ailleurs (Écosse). Les Iles Britanniques et la Nouvelle-Écosse sont remarquables pour les trapps secondaires.

Les *Schaalsteins* et le *Trapp variolaire* avec leurs minerais de fer en salbandes sont des formes particulières de la manifestation du trapp au milieu des roches primaires. Ce sont aussi bien des portions d'éruption intercalées entre les schistes, que des effets de métamorphisme, d'imbibition et de sublimation. Les bords du Rhin, la Hesse, le Fichtelgebirge, la Styrie, le Cumberland, l'Espagne, etc., sont les contrées qui offrent principalement ces accidents, lesquels manquent dans le reste du nord et dans l'est de l'Europe si riche en terrains siluriens.

Si la *Siénite* est de toutes les zones et de presque tous les pays, la siénite hypersténique est une roche assez rare, puisqu'on ne la connaît en grandes masses que dans le pays de Labrador, dans l'Oural, le nord de l'Écosse, au Harz, dans la Valteline, etc. La siénite zirconienne, avec tous ses intéressants minéraux au nombre de plus de vingt, n'a été vue que dans le midi de la Norwége; ce qui indique dans ces lieux une assez grande quantité de zircone sous la croûte terrestre, comparativement au moins à d'autres pays.

Les *Protogines* massives ou schisteuses paraissent propres à de certaines chaînes

(1) Voyez Fallou et Muller, *Mitheil. a. d. Osterland. Naturf. Ges. zu Altenburg*, 1842, vol. 5, p. 219. Serpentine produite par l'effet de sublimations chloritiques.

(2) Voyez la théorie de M. Fournet, *Ann. sc. phys.*, etc., de Lyon, vol. 1, p. 151.

(3) M. Cotta a bien démontré l'importance de la distinction du porphyre micacé, que j'avais sentie dès 1820 (voyez mon *Essai sur l'Écosse*).

soulevées récemment, comme celles du Mont-Blanc, du Schar, du Peristeri et des environs de Castoria en Turquie. Quelquefois ces roches ont bien une apparence éruptive, comme à Castoria, tandis qu'ailleurs ils se caractérisent plutôt comme produits métamorphiques, comme au Schar.

Les *Granites* abondent dans la zone tropicale, sans manquer pour cela dans les autres, mais ils semblent préférer les basses montagnes (Oural), et sont rares dans les chaînes élevées, comme en Scandinavie, dans les Alpes, les Andes, etc. Le granite à pinite, la pegmatite ou le granite à albite; celui à oligoclase (1) et celui à Triphane paraissent autant de variétés qu'il est utile de distinguer pour arriver à quelque classement sur la géogénie de ces roches. De cette manière et par l'étude des filons, on est parvenu à en distinguer trois ou quatre éruptions différentes dans une même localité comme à Heidelberg (2), en Saxe, etc.

Les *Gneiss* se présentent dans tous les grands systèmes de schistes cristallins, mais ils n'ont pas pourtant la même structure et position. Ainsi il y a une différence géogénique à établir entre des gneiss en feuillets horizontaux ou peu inclinés, comme ceux du Bœhmerwaldgebirge méridional, et ces séries de schistes redressés ou même ondulés et plissés du nord; mais les gneiss les plus extraordinaires sont ceux en éventail, qui paraissent propres aux Alpes, et ne sont pas si aisés à comprendre que ceux en manteau irrégulier autour d'un massif granitique. Cependant, une fois qu'on admet leur métamorphisme, cette stratification rayonnée de bas en haut n'étonne pas autant. En effet, la métamorphose a été complète dans les Alpes, car il ne s'y est pas seulement formé des schistes cristallins de toute espèce, mais encore des protogines, des leptinites comme des talcschistes, des pierres ollaires, des serpentines, des calcaires phylladifères, des calcaires grenus ou cypolins, des dolomies et des gypses. Il y a eu imbibition de matières étrangères comme dans une éponge, en même temps que toute la masse était chauffée et ses éléments moléculaires écartés par le calorique, de telle manière que çà et là il y a eu même une fusion granitoïde qui ne se distingue plus d'une injection semblable; de là est résulté son passage insensible au gneiss ou à la protogine schisteuse. Or, pour pouvoir subir ces changements, il fallait nécessairement occuper plus de place; donc quelle position devaient prendre des couches schisteuses redressées, ayant conservé tant bien que mal leur structure feuilletée? La stratification en éventail était la seule possible, et naturellement, en repoussant et recouvrant les dépôts adjacents plus récents, nos schistes ont dû entourer partiellement des portions angulaires de ces derniers. Voilà tout ce qu'on voit dans les Alpes. Quant au non-parallélisme des feuillets des schistes cristallins avec leur division en couches, accident occasionnel que j'ai déjà signalé (*Bullet.* 1846,

(1) Voyez Gust. Rose, sur le Riesengebirge, *Ann. phys. Pogg.*, 1842, vol. 56, p. 617.

(2) Voyez A. Léonhard, *Bull. soc. géol.*, A. S., vol. 3, p. 214; et Gust. Léonhard, *Geologie der Umgeg.*, *v. Heidelberg*, 1844.

V, 3, p. 141), cela peut provenir d'un arrangement moléculaire particulier du mica par quelque action métamorphique, et, dans d'autres cas, d'une séparation en couches opérée postérieurement par l'effet de la chaleur souterraine ou du contact avec des roches éruptives.

Le *Leptinite*, roche ultra-métamorphique, existe surtout avec tous ses caractères dans la Saxe royale, la Basse-Autriche, la Moravie et la Styrie. Mon opinion à l'égard de sa formation n'exclut pas son gîte peut-être quelquefois éruptif, comme M. Cotta l'a figuré pour celui de la Saxe royale (1).

Le *Greisen* ou Hyalomicte est une métamorphose intéressante de grès secondaires divers en Saxe et en Ligurie; la roche isolée de *Topaze*, à Auerbach, en Saxe, est un accident métamorphique local, qui est particulier par sa forme bréchoïde et caverneuse, par ses fragments de gneiss et par la quantité d'acide fluorique qu'il a exigé. Il est lié probablement au dépôt stannifère de certains porphyres de l'Erzgebirge.

Le *Grenat en roche*, l'*Idocrase en roche* et l'*Eclogite* sont des cas extrêmes de métamorphisme d'imbibition, qui se présentent dans les schistes cristallins du nord de l'Allemagne, du Tyrol et de la France. Le *Disthène en roche* est un produit analogue de l'Archipel grec. Il en est de même de la *roche d'Émeri*, qui ne se trouve qu'à Naxos, en Asie mineure, en Livadie, en Saxe, dans le royaume de Grenade et dans l'Oural.

La *roche de Schorl* est un accident bien plus fréquent, et n'est qu'un effet du métamorphisme de contact des schistes primaires avec des roches granitoïdes, en Saxe royale, au Harz, dans le Cornouailles, dans la Bretagne, etc. La *Macline*, l'*Epidosite* et la *Couzeranite en roche* sont des accidents analogues dans des roches primaires ou secondaires, comme en Allemagne, en Cumberland, en Toscane et aux Pyrénées. La *Chamoisite* n'est positivement qu'une roche secondaire fossilifère et ferrifère altérée (Valais); mais les *Itabirites* paraissent tantôt éruptifs, tantôt métamorphiques. Dans ce dernier cas sont surtout certaines roches quartzo-talqueuses, où le fer oligiste occupe la place du mica par un effet de sublimation, comme on s'en assure dans certains granites.

Considérations sur les variétés des minéraux.

Si nous considérons les espèces minérales individuelles dans leurs variétés, nous reconnaissons bientôt que plus une espèce est abondante, et surtout plus elle se trouve dans différentes zones, sous divers climats et dans plusieurs terrains, plus elle offre de variétés intéressantes pour le géologue. Or, c'est ce qu'on devait trouver, puisque la formation de ces espèces a dû être soumise à l'influence d'une plus grande variété de milieux. Expliquons-nous par des exemples.

(1) Voyez Cotta, sa *Géologie*, 1846, p. 277.

Le *carbonate de chaux* est un composé très répandu. Nous avons déjà dit que des accidents de température le divisaient en deux espèces bien distinctes par la forme cristallographique; mais comme il n'existe aucun grand dépôt d'arragonite, excepté des stalactites, ce cas particulier de cristallisation n'a donc jamais pu s'effectuer sur une grande échelle. De plus, en vertu de ses gîtes très variés et de ses propriétés, le carbonate de chaux a pu s'unir à plusieurs autres corps ou composés, ou même seulement se mélanger avec eux. Ainsi on le trouve uni au carbonate de magnésie, de fer et de manganèse, et moins souvent à celui de baryte et de strontiane. Le gîte du spath magnésien a dû être préférablement dans les roches talqueuses et les dolomies, dernière roche qui, en vertu de son origine la plus probable, traverse toute la série des terrains, depuis le sol primaire jusqu'au calcaire d'eau douce. De nombreux passages s'établissent entre le carbonate de chaux et la dolomie au moyen des calcaires magnésiens, dans lesquels les chimistes ont reconnu différentes quantités de magnésie et de carbonate de magnésie. Il en est de même du carbonate de fer vis-à-vis du carbonate de chaux. Enfin, ce dernier se mélange avec plusieurs roches arénacées et schisteuses.

La série des *Quartz* est extrêmement nombreuse dans ses variétés cristallisées comme dans ses formes amorphes, parce que c'est un minéral qu'on rencontre en tout lieu et presque en tout dépôt. Aussi, que de circonstances variées chimiques a-t-il fallu pour modifier le quartz hyalin en quartz hyalin enfumé, laiteux, bleu, rose, ferrugineux rouge ou jaune, améthyste et aventurine, en quartz verdi par de la chlorite ou rendu chatoyant par l'asbeste, etc. D'un autre côté, des dépôts moins cristallins ont produit la calcédoine, l'opale, le jaspe, le silex résinite corné et pyromaque, la meulière, ainsi que les sous-variétés des agathes, héliotropes, chrysoprases, prases, etc. Il est intéressant de voir chacune de ces variétés liée à des roches particulières. Ainsi les druses de quartz hyalin gigantesque sont dans les roches granitoïdes et schisteuses cristallines, les petits cristaux prismés dans les granites et certains grès quartzeux secondaires, les quartz hyalins dodécaèdres dans les porphyres, le quartz rose dans certaines roches granitoïdes ou des pegmatites, l'améthyste dans les porphyres, les trapps et les filons de granite, les calcédoines dans les roches trappéennes ou basaltiques, ou des calcaires récents, les beaux jaspes dans les roches porphyriques, le jaspe égyptien dans les roches crétacées, le silex pyromaque dans la craie; d'autres silex se fondant davantage avec la roche environnante dans les calcaires anciens et tertiaires, le silex corné dans la craie des Alpes et dans les filons, les ménilites dans les marnes fluvio-marines tertiaires, les meulières dans les argiles et sables tertiaires et le calcaire d'eau douce, les agathes dans les trapps et les porphyres, la chrysoprase dans la serpentine, l'opale dans le trachyte, l'hyalite dans cette roche, le basalte ou la lave, le quartz nectique dans des marnes d'eau douce, etc.

Le groupe des *Feldspaths* est varié pour des raisons analogues. Le feldspath rose

fait le pendant du quartz rose, comme le feldspath vert celui de la prase et de la chrysoprase; le feldspath opalin ou la pierre de lune rappelle l'opale, et gît pour cela aussi dans des filons ou fentes. Les feldspaths ont des compositions diverses suivant leurs gîtes, outre que les uns sont à soude et les autres à potasse. Le labrador constitue certaines roches surtout ignées ou volcaniques, l'albite certaines roches granitoïdes, l'andésine certains trachytes, etc., etc. Il me suffit de rappeler les travaux de MM. Beudant, Gustave Rose, Abich et Rivière.

Le groupe des *Amphiboles* offre une grande variété d'espèces liées de même chacune à des circonstances de milieux ambiants. L'amphibole commune, le pyroxène noir, l'hypersthène sont dans des roches à pâte feldspathique plus ou moins foncée, noire, rouge ou blanchâtre, l'actinote, la malacolithe, la diallage, l'anthophyllite dans des roches talqueuses, schisteuses ou massives (serpentine); mais la grammatite, le diopside, la sahlite, le pargasite, le coccolite, le wollastonite sont surtout dans des calcaires ou au moins accompagnés de matières de ce genre. L'omphacite est associée avec la smaragdite et le grenat rouge. L'ouralite a un gîte déterminé dans certains porphyres de l'Oural et de quelques autres pays (voy. le Mém. de G. Rose), et la formation asbestoïde de l'amphibole et du pyroxène semble attachée à des roches magnésiennes massives ou à des accidents de petits filons dans des schistes cristallins plus ou moins talqueux.

Les *Micas* sont diversifiés de même d'après les roches qui les contiennent. Le mica à lithion et le lépidolite paraissent liés à l'albite ou à certains granites à tourmalines rouges et à des calcaires grenus. Le mica à chrome est dans les schistes talqueux, le mica bi-axial dans les granites, des gneiss, des micaschistes, des calcaires grenus, des trapps et des basaltes. Enfin le mica hydraté est dans les roches magnésiennes. Les talcs verts et blancs, les chlorites, la terre verte chloritée prennent aussi leur nature particulière des roches diverses schisteuses ou massives qui les contiennent.

Le groupe des *Grenats* est plein de variations analogues aux amphiboles. Si les schistes cristallins et les serpentines ont des grenats surtout rouges et rarement verts, le granite graphique en a de roses, la serpentine le pyrope, les schistes argiloïdes modifiés ou le calcaire ancien le pyrénaïte, les laves le mélanite. Les murs de certains petits filons de serpentine offrent des grenats jaunâtres ou topazolites, tandis que l'essonite appartient probablement à certains filons granitoïdes à albite, l'aplome et la variété ferro-calcaire à des associations de minéraux métamorphiques, et même à des minerais de fer, l'ouvarovite ou grenat cuprifère à certains districts métallifères, et la colophonite à certains nids de minéraux du Nord. Si les idocrases n'offrent pas autant de gîtes divers, et par conséquent de variétés, la nature des épidotes ferrifères ou bucklandites dépend aussi bien des minerais qui les environnent que les épidotes manganésifères et les gisements particuliers feldspathiques ou amphiboliques distinguent les zoisites et les épidotes ordinaires.

Quant aux *Gemmes*, leurs variations sont très connues. Ainsi la tourmaline reste toujours noire dans le quartz, tandis qu'elle devient le rubellite ou est verte ou bleuâtre (indicolite) dans les granites, surtout à albite, ou bien est verte ou blanche dans la dolomie grenue, et la variété aphrizite est dans un feldspath décomposé. Le corindon granulaire ou l'émeri, c'est-à-dire ce minéral avec du fer oxydé, est bien différent du corindon cristallisé ou de sa gemme, le saphir, parce que la première variété est dans les schistes métamorphiques, la seconde dans le calcaire saccharoïde, et la dolomie grenue et la pierre précieuse dans le gneiss. De même le spinelle-rubis des roches anciennes est tout aussi supérieur au spinelle noir ou pléonaste des produits volcaniques ou au gahnite, sa variété zincifère. Le hyacinthe du gneiss et des roches volcaniques est le pendant du rubis pour le zircon, comme le spinelle bleu du calcaire grenu est celui du saphir ou de l'indicolite. Le cymophane du granite devient le forstérite au Vésuve, comme le chondrodite devient l'humite.

Le groupe des *Macles* est extrêmement curieux pour la géogénie sous le rapport de ses variétés. D'abord, il s'établit des passages entre plusieurs des espèces de ce groupe, suivant les roches dans lesquelles elles sont implantées. Ensuite, quelques unes contiennent jusqu'à deux alcalis à la fois, comme le pinite et le couzeranite. En général leur métamorphisme de contact ou en place est évident, et c'est une des belles conquêtes de la science moderne. Les anciens minéralogistes connaissaient quelques uns des faits caractérisant ce groupe, mais il leur était resté des énigmes. Ainsi les schistes argileux tachetés ont été mentionnés cent fois; mais ce n'est que récemment qu'on a pu reconnaître le premier degré de métamorphisme dans ces taches quelquefois à points brillants. Or, le second degré est celui où ces dernières sont remplacées par des macles, d'où on arrive par des passages insensibles de métamorphose toujours plus décidée aux andalousites, et de ces minéraux aux staurotides; mais en même temps la roche même n'est plus du schiste argileux; elle est devenue du micaschiste. M. le docteur Jackson a trouvé, même aux États-Unis, des cristaux de staurotide ayant encore la forme tessulaire des macles et renfermant comme eux des portions de la roche enveloppante (voy. *Minéralogie de Dana*, n. éd., 1844). Les macles et les staurotides étant enveloppées de mica dans des schistes déjà micacés, on dirait que les lamelles de ce dernier minéral ont fait place aux minéraux étrangers, ou que leur affinité procréatrice a été plus forte que celle qui produisait du mica. On voit de même des lamelles de talc entourer des cristaux d'apatite ou de fer oxydulé dans les gneiss; des bélemnites dans une enveloppe semblable au milieu de schistes secondaires devenus micacés et grenatifères (Novène, Furca). On doit aussi rapprocher ces cymophanes dans une enveloppe de quartz dans une protogine du Connecticut. Enfin la couzeranite remplissant une bivalve est un fait avéré (*Ann. des Mines*, 1844, vol. VI, p. 15), et M. Durocher a bien exposé en détail les cas de métamorphisme de contact (voy. *Bull.* 1846, vol. III, p. 546). Quant

aux autres espèces de ce groupe, la paranthine des petits filons des roches anciennes devient le dipyre dans les schistes argiloïdes modifiés, et le méionite dans du calcaire grenu à côté du granite, comme dans des produits altérés et rejetés par les volcans. Le disthène est tantôt blanc, tantôt bleu ou bigarré, tantôt coloré par le graphite. Des minéraux contenant de l'eau, tels que le diaspore et l'hydrargillite, ne sont pas exclus de ce groupe, vu que des vapeurs chaudes ont pu et ont dû accompagner souvent la formation des macles, surtout lorsqu'elles avaient lieu dans de petites fentes, comme celles où se trouvent ces minéraux.

Le groupe des *Amphigènes* présente dans les roches volcaniques le pendant des macles dans les schistes anciens en offrant des amphigènes, des néphélines, des péridots et des haüynes contenant des portions de lave dans leur intérieur. Cet accident est surtout fréquent dans les leucites, et est bien connu en dehors des macles dans les couzeranites, dichroïtes, pinites, amphiboles, idocrases, micas stéatiteux, etc., tous minéraux métamorphiques ou granitiques. La néphéline et le davyne des volcans deviennent, dans les roches siénitiques et amphiboliques, l'élæolite et le cancrinite, et il en est presque de même de la sodalite. M. Dufrénoy a aussi opposé le péridot sans eau des roches volcaniques au villarsite hydraté dans des filons.

Le groupe des *Zéolithes* n'est surchargé d'espèces qu'en partie par les nombreuses variétés des espèces fondamentales, témoin les synonymies des mésotypes, chabasies, apophyllite, etc. La différence la plus essentielle s'établit entre les espèces qui existent en même temps dans les roches pyroxéniques et dans les filons ou dépôts de fer oxydulé, et même quelquefois dans les roches granitoïdes. Ainsi nous voyons l'harmotome calcaire ordinaire devenir barytifère dans les filons métallifères, le stilbite se transformer en édelforsite dans son association avec le fer de Suède, le datolite se changer en botryolite dans la même position, la pechnite s'y appeler ædélite, tandis qu'elle est le koupholite des gneiss alpins. La mésotype des phonolites y devient natrolite à cause de l'abondance de la soude dans cette roche.

Les minéraux terreux *hydratés* et *argileux* n'offrent pas des variétés nombreuses, parce que leurs gîtes sont plus uniformes ou leur mode de formation infiniment moins varié. Néanmoins on peut citer les variations de l'halloysite, tantôt pholérite des filons de fer hydratés, tantôt lenzinite tertiaire, l'allophane commune et opaline ou schrœttérite, etc.

Les *Minéraux métallifères*, et surtout les *minerais*, étant la plupart peu fréquents dans la nature, donnent moins souvent lieu à des observations de variétés. Ce sont des propriétés cristallographiques, physiques et chimiques qui les diversifient individuellement, et le catalogue des espèces n'est pas épuisé. Les métaux les plus fréquents, comme le fer, le manganèse, le cuivre, etc., offrent des exemples de variations remarquables suivant leurs gîtes. Ainsi le fer sulfuré, minerai de tous

les âges et de tous les pays, est le fer magnétique dans les schistes cristallins et les roches granitoïdes, et devient le fer sulfuré blanc, surtout dans les dépôts secondaires récents et tertiaires, en même temps que la pyrite arsenicale se trouve principalement dans les filons métallifères. Il y a de plus des pyrites nickélifères et aurifères. J'ai déjà signalé deux séries d'oxydes hydratés de fer et de manganèse, divers cuivres pyriteux, deux cuivres carbonatés bleu et vert, deux arsenics sulfurés jaune et rouge, deux arséniates de fer, plusieurs arséniates de cuivre, deux arséniures de cobalt, divers phosphates, etc.

La considération philosophique de ces variations dans les espèces minérales fait reconnaître dans la nature inorganique une similitude dans les composés réglés par les lois fondamentales de l'affinité atomique et des mélanges, ou un *plan unique de formation*, comme dans les règnes végétal et animal.

A l'appui de cette proposition, on peut encore ajouter les faits suivants. D'abord plusieurs minéraux ont une tendance à devenir stéatiteux quand ils sont empâtés dans des roches magnésiennes, ou quand les roches de leur gîte ordinaire se chargent de magnésie. Dans ce cas sont le feldspath, l'amphibole, la dichroïte-pinite (oosite), le mica et même la topaze (pyrophysalite). Lorsqu'une dolérite ou un trapp pyroxénique passe à la serpentine, le pyroxène devient aussi tendre et stéatiteux. Il ne faut pas confondre cet état avec celui de quelques minéraux qui deviennent terreux à leur exposition aux vapeurs acides des volcans, comme les amphigènes, certains feldspaths vitreux, etc.

D'une autre part, plusieurs minéraux prennent une structure asbestoïde dans certaines circonstances de surabondance de magnésie dans le milieu environnant; cela a lieu dans des cristaux, des druses ou de petits filons. Tels sont les asbestes et amianthes résultant de l'amphibole et produisant le quartz chatoyant, celles provenant du pyroxène, du picrosmine, de certaines zéolithes (mésotype), de la magnésie hydratée (nématite), du kakoxène (crokidolite), peut-être même de l'épidote et de la tourmaline. On doit encore ajouter les filaments de disthène et de titane oxydé dans du quartz hyalin. Cette structure capillaire simple ou réticulaire (tourmaline, rutile) se retrouve dans plusieurs métaux natifs, comme l'argent, l'or, l'antimoine, le bismuth et le nickel; dans quelques oxydes (manganèse et cuivre oxydé rouge); des carbonates (cuivre carbonaté) et des sulfures métalliques (antimoine sulfuré), ainsi que dans certains minéraux métallifères, tels que le liévrite. Cette structure passe à celle des dendrites, dont l'argent, l'or, le cuivre, le tellure nous offrent de beaux exemples où les cristaux sont bien distincts. Comme pendant dans la nature actuelle, nous avons l'obsidienne et la ponce filamenteuse, et surtout certaines cristallisations de nos hauts-fourneaux; mais cette structure peut être aussi un produit de la voie aqueuse, témoins les zéolithes, les carbonates de plomb, le cobalt arséniaté, la sélénite, tous aciculaires quelquefois, et la strontiane sulfatée dendritique.

D'autres minéraux se ressemblent par certaines variétés produites par tel ou

tel mélange métallique, terreux ou bitumineux. Ainsi on connaît les variétés ferrifères du grenat (pyrénaïte), du pyroxène (hédenbergite), de l'épidote et du péridot (hyalosidérite, gœkumite et fayalite). On trouve des variétés manganésiennes du spath calcaire, du grenat (spessartine), du pyroxène (Jeffersonite), de l'épidote, de la tourmaline (rubellite), de la néphéline (davyne), du zinc oxydé, du titane oxydé (greenovite), du silicate de fer (nontronite) et du silex. On peut citer plusieurs minéraux et minerais zincifères, tels que le spinelle-gahnite, un peroxyde de fer, un de manganèse (franklinite) et une galène. Il y a une arragonite et un tellure plombifère, un sulfate de plomb cuivreux et un scheelin-calcaire cuivreux. Plusieurs minéraux sont chromifères, comme le grenat-ouvarite, le mica-fuchsite, le miloschine et un titane oxydé. Il y en a qui deviennent une variété ou une espèce par trop de magnésie, tels que l'apatite talqueux, le mica à un axe, certains pyroxènes, grenats et épidote, l'anthophyllite (relativement à l'amphibole), la chaux carbonatée magnésifère, etc. D'autres minéraux varient par la présence ou la surabondance de la chaux, comme certains grenats et amphiboles, les épidotes-zoisites, l'harmotome-phillipsite, le néphéline-indianite et la tourmaline brésilienne. Il y a des silicates de fer, de cuivre, de bismuth, de manganèse, de zinc, de titane, de cérium, de chaux (wollastonite) et de magnésie, une baryte silicifère ou schoharite. Il y a du cuivre, de la magnésie et de l'alumine hydro-silicatés, de la chaux sulfatée anhydre et hydratée, un zircon sans eau et avec de l'eau, le malakon. Il y a divers minéraux fétides, tels que des variétés de spath calcaire cristallisé et amorphe, de la barytine, du fluorine, un quartz noir (morion), un cuivre pyriteux et une pyrite de fer. Il y a des barytes, fluors, gypses, phosphorites, mésotypes, etc., terreux. Enfin il y a des minéraux qui offrent la même série de couleurs, comme le saphir, le disthène, l'apatite, la préhnite, le spinelle, la tourmaline. Il existe des quartz et des topazes en fumée, des opales, des feldspaths, des quartz et des obsidiennes chatoyants, etc.

Comme conclusion de ces considérations, on peut présumer fortement que la série des variétés n'est pas encore épuisée pour bon nombre d'espèces minérales ayant plusieurs gîtes et patries, et si on avait raisonné de la sorte du temps de Werner, on n'aurait pas fait tant d'espèces.

Gisement des minéraux, des minerais et des roches, avec leur géogénie.

Le *Gisement des minéraux, des minerais* et *des roches* est un autre sujet qui donne lieu à beaucoup de déductions très intéressantes pour la géologie et l'art des mines comme pour la géogénie. Cette étude se divise en trois parties; savoir : celle de leur position géologique en grand, celle du détail minéralogique de leurs gîtes et celle de leur géogénie. C'est la première étude qui est la plus avancée, témoins les catalogues sur la distribution géologique des minéraux et des roches

dans toutes les classifications de roches comme dans tous les traités de géologie. Cependant, vu le nombre toujours croissant des espèces minérales, aucun de ces tableaux n'est complet, en sorte que je me réserve de remplir cette lacune, si personne ne m'en épargne la peine. Aujourd'hui je me contente de quelques observations générales en addition de celles déjà énoncées en parlant des groupes divers de minéraux ou même de minéraux et roches individuellement. Quant à la seconde étude, il est étonnant que si peu de savants aient tâché d'arriver à quelques généralisations un peu complètes; à cet égard, M. Alex. Brongniart brille comme une exception (1). Il s'agit ici d'observer minutieusement toutes les particularités générales du gîte des minéraux et des roches, leurs accidents, leurs anomalies et leurs associations mutuelles. Les explications géogéniques viennent couronner l'œuvre; malheureusement la chimie minéralogique et la chimie en général nous font encore défaut pour bien des cas : nous-même nous n'avons pas toujours observé assez judicieusement.

Dès longtemps on a reconnu que certains *corps élémentaires* étaient distribués plusieurs ensemble ou isolément dans tous les terrains et même dans les dépôts de tout genre. Dans ce cas sont l'alumine, la silice, la magnésie, la chaux, le fer, surtout certains oxydes et hydrates, et même le manganèse. Infiniment moins répandus sont les terres de zircone, de glucine, d'yttria, le cérium et bon nombre de métaux. D'autres éléments ne se trouvent que dans certaines formations ou roches : tels sont par exemple les alcalis, l'étain, l'argent, l'or, l'urane, le platine, le palladium, l'antimoine, le tantale, le tungstène, le sélénium, etc. D'autres corps ne se montrent qu'à une époque géologique déterminée pour ne jamais reparaître, tandis qu'une autre division de substances élémentaires s'offre dans plusieurs périodes, mais dans des composés un peu modifiés ou dans des circonstances un peu différentes. Dans le premier cas se trouvent le thorium, le cérium, le tellure, l'yttria. Dans le second cas sont le cobalt, le plomb, le molybdène, le titane, le cuivre, le zinc, le chrome, le mercure, et les acides carbonique, sulfurique, phosphorique, fluorique, borique et arsénique. Ainsi, si le molybdène est connu en sulfure dans les schistes cristallins et les roches granitoïdes, il reparaît comme molybdate de plomb dans un terrain pour le moins jurassique; de même le mercure se voit dans les porphyres houillers ou dans les grès qu'ils traversent, aussi bien que dans les terrains tertiaire et crétacé ou même jurassique. Il arrive aussi que certains éléments se revoient à plusieurs étages géologiques, mais sans être toujours dans leur gîte originaire. Des exemples nous en sont offerts par les alluvions aurifères, platinifères et gemmifères, ainsi que par certains minerais des roches secondaires et tertiaires.

Les minéraux ont une *distribution géologique* analogue. Si le plus grand nombre est plutôt rare, il y en a qui se trouvent dans tous les terrains stratifiés et mas-

(1) Voyez son *Introduction à la Minéralogie*, 1824, p. 144-154.

sifs de toutes les époques. Dans ce cas sont le quartz, le mica et le spath calcaire. D'autres n'existent en général intacts que dans les roches massives ou métamorphiques, comme le feldspath, l'amphibole, le pyroxène, le fer titané, etc. Quelques uns se rencontrent au moins dans toutes les roches stratifiées, comme le sulfure de fer, qui se voit aussi dans mainte roche massive. Au contraire, d'autres sont seulement dans ce dernier genre de dépôts, comme le péridot, les amphigènes en général et beaucoup de zéolithes. Un cinquième groupe n'existe que dans les roches métamorphiques, ce sont les macles. Enfin des causes semblables de métamorphose de contact ont reproduit certains minéraux des roches granitoïdes dans les schistes cristallins et le calcaire grenu, tels que le disthène, la tourmaline, etc.

Peu de minéraux ont un gîte unique déterminé. Dans ce cas sont, par exemple, l'acide borique, le boracite, le cryolite, les tellures aurifères, la gadolinite, l'amphigène des laves et presque le fer chromaté. Un bien plus grand nombre ont plusieurs gîtes, soit qu'ils se trouvent dans diverses roches, soit qu'ils se montrent dans plusieurs terrains différents, en y offrant souvent des variétés particulières, comme je l'ai dit plus haut. Ainsi on connaît certaines espèces indifféremment dans le grès et dans le calcaire, comme la houille, le bitume, le gypse, le sel gemme, la chaux carbonatée ordinaire ou magnésifère, la barytine, la strontiane sulfatée, le fer oxydé et spathique, le cinabre, le quartz, etc. Plusieurs minéraux des schistes cristallins se revoient dans les calcaires et les dolomies grenues, comme le groupe des grenats, certaines gemmes (zircon, spinelle, tourmaline et béril), certaines espèces du groupe des Amphiboles (pyroxène, wollastonite, etc.), certains micas (clintonite), certains feldspaths (pétalite, triphane), certaines macles (couzeranite, disthène, pyrallolite), le lapis lazzuli, l'apatite, le fluorine, le sphène, certains minerais oxydulés (fer oxydulé), oxydés (crichtonite, antimoine oxydé, zinc oxydé ferrifère), peroxydés (fers oligiste, carbonaté, fer spathique), sulfurés (arsenic sulfuré) et arséniatés (plomb arséniaté), ainsi que le graphite. Un bon nombre de ces minéraux se trouvent également dans les roches granitoïdes et métamorphiques. On en doit excepter le couzeranite, le wollastonite, etc., et y ajouter des espèces, des groupes de feldspaths, des minéraux métallifères et divers minerais sulfurés (galène, molybdène et cuivre sulfurés, etc.) et oxydés (titane oxydé, etc.). D'un autre côté, on sait que plusieurs métaux existent aussi bien dans les alluvions que dans d'autres dépôts bien plus anciens, qu'il y a du fer oligiste dans les laves comme dans les talcschistes, que la calamine est secondaire autant que primaire et que certains minéraux et minerais sont aussi bien dans les roches granitoïdes que dans les filons métallifères, par exemple, le fluorine, des sulfures et oxydes métalliques, etc.

Autrefois on a voulu distinguer dans les *filons métallifères*, les métaux *d'après leur âge :* les uns étaient dits récents, et beaucoup étaient réputés anciens. Or tous sont devenus de l'époque secondaire, et même plusieurs des filons dans des ro-

ches massives ont été reconnus pour des produits même tertiaires, tels que certains filons aurifères, argentifères ou à galène, blende, etc. Si le tellure n'est pas de cet âge, il serait de la dernière époque crétacée. L'étain et le molybdène sont les métaux qui restent parmi ceux des filons anciens. Le fer oxydé a rempli des fentes, surtout pendant la période secondaire. J'ai déjà spécifié l'âge du mercure et de la calamine. Pour les autres métaux en filons, on ne peut guère avancer d'autre proposition que celle de leur plus grande fréquence à certaines époques des dépôts secondaires. L'antimoine est fréquemment dans les fentes du terrain ancien. Le fer et le manganèse s'étendent jusque dans les terrains les plus modernes. Le cobalt se montre encore dans le sol tertiaire. (Voyez C. Prévost, *Bull.* 1842, t. V, p. 13, et Robert, *Bull.* 1844, t. VI, p. 241).

Il y a des minéraux et des minerais qui se trouvent en grande partie *également dans des filons ou dans des couches*. Dans ce cas sont des carbonates et sulfates de chaux, les sulfates de baryte et de strontiane, l'hydro-chlorate de soude, le fluate de chaux, la presque totalité des métaux natifs, des oxydules, des oxydes et des sulfures métalliques, certains carbonates métalliques; savoir : ceux de zinc et de plomb, le phosphate de plomb, les chromates de fer et de plomb, le groupe des grenats, certains micas et feldspaths, tels que l'albite, etc., certains minéraux hydratés (lenzinite, etc.) et argileux (stéatite, boles, etc.), le graphite, l'anthracite et le bitume.

D'autres minéraux et minerais ne se voient que *dans des filons* ou *en filons*, comme, par exemple, dans le groupe des minéraux salins, les carbonates de baryte et de strontiane; dans la classe des métaux les sulfates, presque tous les carbonates et phosphates, les arséniates, les molybdates, les tungstates, les vanadates, les séléniures, les bromures et les iodures; un certain nombre de minéraux métallifères, surtout le groupe ferrifère, tels que le liévrite, le kakoxène, etc., le plomb gomme, le groupe cérifère et l'axinite. Au contraire, on n'a jamais vu en filons les boracites, les macles, les amphigènes et le diamant.

Un certain nombre de minéraux forment à eux seuls des *filons*, tels que le quartz commun, l'agate, le jaspe, la chaux carbonatée, la barytine, le spath fluor, les fers oligiste et hydraté, le phosphorite, etc.; mais cela n'exclut pas leur association avec d'autres minéraux pour composer d'autres filons, genre de mélange qui est pour beaucoup de minéraux leur seul mode d'existence en filons. L'anthracite et la houille paraissent former fort rarement des filons, comme dans la serpentine de la Havane (1).

Il y a des minéraux qui n'existent surtout que *dans des fentes de roches fossilifères*, tels que la wavellite, la wagnérite, la turquoise, les calamines, certains oxydes hydratés et des hydrates siliceux métalliques, les peroxydes de manganèse et plusieurs minéraux hydratés.

(1) Voyez Clemson, *Trans. Americ. phil. soc.*, Philadelph., 1839, N. S., v. VI, § 2, p. 191.

Il y a des minéraux et minerais qui ne remplissent que les vides de fentes très minces, tels que le tellure, la chaux carbonatée pulvérulente, fibreuse ou concrétionnée, le savon de montagne, etc.

Certains minéraux ont une tendance à devenir fibreux dans les fentes, comme les amphiboles, les asbestes, les talcs, la chaux carbonatée, la baryte, la topaze-picnite, le gypse, etc. Les fibres de ces minéraux sont alors quelquefois perpendiculaires aux murs des fentes, comme les prismes du basalte en filon. Dans ce cas se trouvent par exemple ce qu'on a nommé des stylolithes calcaires.

Il y a des minéraux qu'on ne voit qu'en *couches*, *amas* ou *nids*, savoir, les nitrates et carbonates salins, certains minéraux hydratés, tels que la magnésite, le gibbsite et la presque totalité des corps inflammables, si on en excepte le graphite et l'anthracite, parce qu'ils sont rarement un accident minime de filons. Il y a quelques minéraux qui se montrent plutôt en couches ou nids qu'en filons. Dans ce cas sont le carbonate de chaux compacte, le gypse, l'anhydrite, le sel marin, le fer carbonaté et spathique; ce qui est tout le contraire pour le sulfate de baryte, minéral assez rare en nids, et connu dans un ou deux endroits seulement en lits. Il est bon de noter que plusieurs des minéraux et minerai smentionnés sont amorphes.

Un nombre assez considérable de minéraux sont disséminés en *cristaux, grains, mouches* ou *très petits rognons* dans les roches. Ce sont des borates, des fluates, excepté le fluate de chaux, qui a aussi d'autres gisements, l'apatite, les métaux natifs, les oxydules et bon nombre d'oxydes métalliques (chrome oxydé, dioptase, etc.), la presque totalité des sulfures métalliques, le chromate de fer, les composés métalliques de titane; bon nombre de minéraux métallifères des groupes ferrifère, tantalifère, cérifère et thorifère; la presque totalité des gemmes, à l'exception de l'axinite; les groupes des amphiboles, des feldspaths, des macles, des amphigènes, certains quartz, tels que le quartz hyalin, les agates, les silex, etc.; plusieurs minéraux hydratés (nontronite) et argileux (aluminite), le diamant, le soufre, les résines et même souvent des minéraux, des grenats, des micas et des charbons de terre.

Parmi les espèces nommées il y en a qui forment des rognons nodulaires, quelquefois anastomosés ou de formes bizarres. On peut nommer à ce sujet les silex pyromaque et ménilite, la strontiane sulfatée amorphe, l'aluminite, certains phosphates de chaux, la lenzinite, le pyrophyllite, le fer sulfuré ordinaire et blanc, l'ambre et rarement l'anhydrite ou le gypse et la baryte sulfatée. Le fer en grains et le pisolithe offrent des exemples de concrétions régulières globulaires.

Si la *dissémination* des particules étrangères dans un minéral est *extrêmement fine*, c'est un cas de mélange ou même de coloration, surtout si ce sont des parties métalliques. Ainsi se produisent différentes teintes au moyen de divers oxydes de fer et de manganèse et moins souvent avec de l'oxyde de cobalt, de chrome ou de nickel, comme dans le quartz résinite, le chrysoprase et le pimélite. Du cuivre

carbonaté vert colore aussi certains minéraux, comme des analcimes, certaines idocrases vertes-bleues de Norwége, des quartz et des calcédoines. Du cuivre bleu et de l'arséniate de colbat bleuit quelquefois des sélénites, et l'arsenic sulfuré rougit le spath calcaire. Quelquefois un minéral en colore un autre, comme la chlorite, le quartz, la stilbite et l'analcime rouge certains quartz, le graphite, le disthène, etc. On a remarqué aussi que l'euclase et la topaze sont d'autant plus foncées que la chlorite schisteuse enveloppante est ferrifère. De même, le mica est noir ou vert-noir lorsqu'il est associé au fer, vert et brunâtre avec l'actinote dans les gneiss et micaschistes, jaune dans les laves, blanc souvent dans les gneiss et rarement dans les trachytes. Les minéraux fibreux sont blancs, verts ou bleus (prehnite, asbeste, wavellite, fer phosphaté, etc.); plus rarement rouges (hématite). Certaines irisations sont un cas d'oxydation, comme pour le fer spathique.

Les *Dendrites* sont un cas particulier de dissémination de particules métalliques, savoir, surtout d'oxydes de fer hydraté, d'hématite brune, de pyrites, d'oxyde de manganèse; de cuivre, d'argent, de bismuth et de tellure natifs, etc. Les variétés des herborisations des calcédoines et des cyathes, comme leurs mélanges, s'expliquent fort bien par l'arrivée accidentelle de particules colorantes de diverses natures.

Il y a des minéraux nombreux qui ne forment souvent que de *petits filons* ou des *veinules*, dans lesquelles on remarque plus ou moins de petites vacuoles, comme dans les grands filons. Ce sont en général, dans la classe des sels, des espèces de sels proprement dits, des carbonates, des sulfates et des phosphates, puis la fluorine et la cryolite; dans la classe des métaux, tous les métaux natifs, les oxydules, les oxydes et les sulfures, plusieurs phosphates (fer phosphaté, etc.) et arséniates (cuivre arséniaté), le molybdate de plomb; plusieurs minéraux métallifères de la famille ferrifère; dans le groupe des gemmes, celles à acides fluorique et borique, le groupe des grenats, les asbestes, les micas, plusieurs feldspaths, les zéolithes, plusieurs quartz, en particulier l'opale, les minéraux hydratés, le soufre, le graphite, les charbons de terre, les bitumes et les résines (ambre, etc.).

Il y a des minéraux qui tapissent des *géodes* ou *cavités fermées*. Ce sont les carbonates de chaux, la fluorine; dans la classe des métaux, les cinq métaux natifs, quelquefois capillaires (voyez-ci dessus, p. 27), plus le cuivre, les oxydules, certains oxydes (rutile, hématite brune, etc.) et peroxydes, plusieurs sulfures, tels que ceux de fer, de cuivre, d'arsenic, etc.; les carbonates, arséniates, phosphates et molybdates; plusieurs minéraux métallifères de la famille ferrifère (liévrite, cronstedtite, etc.); certaines gemmes, comme les émeraudes, les topazes, les tourmalines et l'axinite; le groupe des grenats, plusieurs amphiboles (amphibole et pyroxène), les micas, les feldspaths, les amphigènes, à l'exception du haüyne et du lapis-lazzuli, les zéolithes et certains quartz (quartz hyalin, calcédoine, etc.). Parmi ces minéraux et minerais géodiques, il existe une division qui au lieu

d'être en cristaux réguliers se présente sous la forme *capillaire* ou asbestoïde, ou même arborescente cristalline, comme les métaux natifs. D'autres espèces sont fibreuses rayonnées (stilbite, cuivre carbonaté), ou étoilées (natrolite, wavellite, molybdène sulfuré, sphérulite), ou en gerbes comme certains micas, actinotes, chaux carbonatées, etc. D'autres fois on ne voit qu'une cristallisation confuse, un globule sphérique, comme certaines hyalites. Assez souvent les minéraux des géodes forment intérieurement une *surface concrétionnée* et *mamelonnée*, comme on le voit dans les géodes tapissées de calcédoine et d'agates; dans celles de certaines zéolithes, comme la prehnite et l'analcime; dans celles de wavellite, de phosphorite siliceuse, de chaux carbonatée, de spath perlé, etc. Certains minerais présentent aussi cette apparence, savoir le plomb-gomme, les oxydes de fer, de manganèse et d'urane, les hématites, certains oxydes silicatés ou siliceux, certains carbonates de fer (sphærosidérite rayonné) et de zinc, des carbonates de cuivre soit simples, soit siliceux (malachite et cuivre hydro-siliceux), le manganèse barytique et l'arsénio-sidérite.

Un plus petit nombre d'espèces minérales s'offrent en masses *testacées* botryoïdes, ou *stalactitiformes* ou même *tubulaires*, dans des cavités, tels que la chaux carbonatée, l'arragonite, la phosphorite terreuse, la datolite siliceuse ou botryolite, quelques zéolithes (mésotype, etc.), le quartz, la calcédoine, l'allophane, l'hématite, la calamine, le chrysocolle, la malachite, le manganèse oxydé, la pyrite ferrifère ou cuivreuse, l'argent muriaté, le cobalt arséniaté, la turquoise, etc. Les globules de ces sortes de structures sont quelquefois rayonnés ou même étoilés; des exemples de ce dernier genre sont fournis par le quartz, la pyrite, etc.

Il y a aussi des minéraux qui ne forment que des *cristaux microscopiques*, en sorte qu'ils ont l'air de *poussière* ou d'*efflorescence*, ou d'*enduit*. Dans ce cas sont surtout notre groupe des sels, la chaux carbonatée pulvérulente, le gypse niviforme, le cuivre natif, certains oxydes métalliques, tels que ceux de cobalt, de bismuth, de plomb; le cuivre oxydé noir, les ochres, certains arséniates (cobalt arséniaté, et terreux (pharmacolite); certains sulfates métalliques comme ceux de fer et de cuivre; le phosphate de fer, la chlorite, la silice pulvérulente et le charbon minéral. Des enduits sont surtout formés par la chaux carbonatée concrétionnée et fibreuse, la strontiane sulfatée, la fluorine terreuse, la turquoise, le tellure, l'or natif, le bismuth, le fer oxydé hydraté, quelquefois limoneux, l'hématite brune, le manganèse oxydé, le cobalt oxydé terreux, le cuivre vert et la malachite, l'arsenic sulfuré, la galène, la blende, les pyrites, le kakoxène, l'épidote, l'actinote, le talc, le quartz, la calcédoine, l'hyalithe, le silex corné, le pigotite, l'allophane, l'argile, le soufre, le charbon minéral et la poix minérale. Lorsque ces enduits sont sur des roches constituant les parois d'une faille, ces enduits, souvent luisants, y deviennent polis et même striés dans certains sens déterminés.

Si nous passons des minéraux aux *roches*, nous remarquons ici en grand ce que les minéraux nous ont offert en petit. Ainsi les *géodes* se revoient en grand dans

les cavernosités des laves, les boursouflures des roches basaltiques, trappéennes et porphyriques, comme dans les tubulures des travertins. Ces dernières roches offrent aussi des structures concrétionnées fibreuses à surface ondulée ou en stalactite. La même chose se revoit dans certains calcaires magnésiens secondaires, où les globules sont comme étoilés en partie, comme dans les perlites. Aux minéraux en *concrétions nodulaires*, on peut opposer d'un côté des grès, des schistes et des calcaires, et de l'autre des granites, des porphyres, des siénites, des diorites et des rétinites orbiculaires, ainsi que surtout les variolites et les perlites. Quant aux pisolithes et minerais de fer en grains, les oolithes calcaires et ferrugineuses de tous les âges sont leur pendant. La structure amygdaline entrelacée est propre à certains calcaires et schistes primaires ou du système métamorphique.

Les basaltes et autres roches en filons étroits ont une tendance à se diviser en prismes transversalement aux fentes, ou à peu près, comme certains minéraux. En général plusieurs roches ignées et neptuniennes offrent ce genre de *formes columnaires*, tels que les basaltes, les trapps, les trachytes, les perlites, les porphyres, les syénites et les granites d'une part, et certaines marnes, certains gypses, et certaines houilles tessulaires de l'autre (1). Quant à l'anthracite prismée, au grès de taviglianaz prismé et au schiste argileux prismé, on y a reconnu l'effet d'un coup de feu, comme dans les rognons de fer oxydé rouge bacillaire des pseudo-volcans ou les grès de nos hauts-fourneaux. Un accident purement de retrait est la division prismatique de certains rognons dans les roches argilo-sableuses ou calcaires, je veux parler des *septaria*, des *ludus Helmontii* et des œtites; ce qui n'empêche pas que l'affinité chimique n'ait produit le rapprochement des molécules de carbonate de chaux ou de fer qui constituent ces masses nodulaires.

Une autre structure plus rare, seulement dans certaines roches, c'est leur composition uniforme de parties coniques enchâssées les unes dans les autres sous la forme de W alternativement droits et renversés. On la connaît dans certaines marnes calcaires, quelques houilles et schistes argileux. C'est le *tutenmergel* (marne à mamelles) ou le *nagelkalk* (calcaire à cloux) des Allemands, et le *conincoalcoral* (variété de houille) des Anglais. Quelquefois ce ne sont que de petites masses prismatiques cylindroïdes, comme dans les stylolithes. Ces accidents n'ont que des rapports éloignés avec le grès calcarifère cristallisé de Fontainebleau. Une matière calcaire infiltrée a enveloppé le composé de la roche et a pu cristalliser jusqu'à un certain point, malgré l'interposition de substances étrangères; mais bien plus souvent, de semblables particules, arrivées après coup dans les roches, n'ont fait que les colorer, ou, s'il y avait de nombreuses fentes, ils ont produit des petits filons calcaires; ou bien, si les fentes étaient très minces et l'infiltration ferrifère ou manganésifère, il y a eu formation de dendrites,

(1) M. Glocker a figuré des houilles tessulaires, probablement à cause de certains végétaux, *Bericht*, etc., *der deutsch Naturf. Gratz.*, 1843, p. 80.

comme dans le cas du calcaire lithographique de Solenhofen ou du marbre rendu ruiniforme par ces diverses colorations et des fendillements particuliers de retrait.

Les *surfaces ondulées* sont fréquentes dans toutes les roches neptuniennes, ce qui vient de leur genre de dépôt; tandis que les dérangements qu'elles ont éprouvés, surtout pendant leur état de mollesse, les a souvent plissées ou contournées, accident que l'on voit en petit d'une manière remarquable dans certaines anhydrites du terrain salifère de Gallicie. C'est comme un ruban qu'on aurait raccourci en le pressant des deux côtés (voy. une figure semblable dans les schistes cristallins, *Trans. geol. Soc. Lond.*, 1814, V, II, pl. 31).

Beaucoup de roches ne forment, vues en grand, que des *rognons* ou *amas*. Ainsi, outre les silex, les chailles, les meulières, etc., les calcaires de mainte formation schisto-arénacée sont alignés comme les grains d'un chapelet, et non point en masses continues. La même position est celle des gypses, du sel, du soufre, des combustibles, des poudingues, de certains minerais de fer, etc., dans les roches arénacées et calcaires. De même, on a reconnu en amas dans les schistes cristallins les roches suivantes, savoir : les pierres ollaires, les roches d'actinote et d'anthophyllite, les amphibolites proprement dites, les roches de grenat, d'idocrase, de triphane, de disthène, d'épidote, de topaze, d'éclogite, la couzeranite en roche, l'itabirite, le fer oxydulé et carbonaté, l'émeri, la chamoisite, et même la macline ou le schiste maclifère. Le leptinite paraît aussi ne se trouver qu'en énormes amoncellements, et beaucoup de roches ignées ont ce gisement lorsqu'elles ne sont ni en filons ni en coulées.

Il y a des roches qui sont *toujours en couches*, d'autres au contraire ne se voient qu'en filons, ou très souvent dans ce gisement, ou bien au moins en petits filons. Quelques unes sont fort rarement en filons. Parmi les roches toujours en couches, on peut nommer, à quelques exceptions près, les roches stratifiées arénacées et calcaires, d'un côté, et les schistes cristallins, de l'autre. Plusieurs roches massives métalliques, ainsi que le phosphorite, ne sont qu'en filons, tandis que d'autres roches existent également dans cette position et dans les couches, comme le quartzite, l'agathe, le silex, la baryte, le fer oxydé rouge, carbonaté ou spathique et hydraté.

Parmi celles qui sont *rarement en filons*, on ne peut mentionner que les poudingues, les grès, les calcaires grenus, les combustibles charboneux, les schistes anciens et les gneiss. Le gypse, le sel et le calcaire, d'une part, et le granite, la siénite, le basalte, de l'autre, sont assez souvent en *petits filons*, tandis que les roches massives en général affectent fréquemment la forme de grandes fentes remplies de filons-couches (diorites schisteuses des Allemands, etc.) (1), ou

(1) Ces roches ont été citées souvent comme contraires à l'idée plutonique ; or, M. Cotta vient de montrer clairement (voyez sa *Géologie*, 1846, p. 284) la futilité de ces objections. Ces roches

celle de culots ou champignons (trapp, etc.). Les coulées ne caractérisent que les roches ignées d'un âge récent (volcans, trachytes), et ont pour pendants, dans les trapps secondaires et les porphyres, des champignons à queue(Palatinat du Rhin).

Il y a des roches qui ne paraissent qu'*une fois* dans la série des terrains, telles que le pyroxène en roche, la roche de topaze, le disthène en roche, le couzeranite, la macline, etc. Les autres ont pour la plupart plusieurs gîtes bien déterminés, comme tous les types principaux des roches massives, les calcaires, les grès, les argiles, les silex, les soufres, les gypses, le sel, les houilles et les lignites. C'est ce qui avait conduit Werner à l'établissement de ses séries géognostiques de diverses roches classées d'après les époques de formation. Il avait donc remarqué déjà que ces roches varient le plus souvent en composition, texture et apparence, suivant leur âge, ce qui est surtout manifeste dans certaines roches massives, comme dans d'autres d'origine neptunienne.

Considérons maintenant l'*état individuel des minéraux* dans leurs gîtes. Le plus grand nombre n'acquièrent jamais un grand *volume*, comme l'harmotome, la chabasie, le mélilithe, etc., etc.; un petit nombre d'espèces, au contraire, dépassent quelquefois de beaucoup leur grosseur ordinaire, soit en cristaux réguliers, soit en masses cristallines amorphes. Ce sont principalement les suivantes, savoir : la chaux carbonatée, la barytine, l'apatite, la fluorine, l'or, le platine, le cuivre et l'argent natifs, le fer oxydulé, le titane oxydé, la malachite, le cobalt arsénical, le tantalite, plusieurs gemmes (zircon, émeraude [béril], topaze, tourmaline), le grenat, l'idocrase, l'amphibole, l'amphigène, l'analcime, le quartz hyalin, le lenzinite, le diamant, l'ambre et le caoutchouc fossile. Quelle est la raison géogénique de ces cas exceptionnels? pourquoi des minéraux si voisins de composition, comme la chabasie et l'analcime, acquièrent-ils des grandeurs si différentes?

Les géologues n'ont pas jusqu'ici assez apprécié l'importance de l'étude détaillée des *formes des minéraux*, de manière qu'on a été même jusqu'à ridiculiser leur énumération très minutieuse. Si la méthode de Haüy de donner un nom à chaque variété de forme est passée de mode avec raison, un grand désidératum à remplir dans la science minéralogique serait un catalogue complet et méthodique de toutes les formes principales de chaque espèce avec leurs gîtes exacts, parce qu'il est démontré que les diverses cristallisations ne sont pas distribuées sans ordre dans la nature. Au contraire, des lois chimiques particulières les ont déterminées. Les cas les plus intéressants sont ceux où une forme principale

gisent quelquefois, d'une manière non conforme, dans les schistes primaires, et leur position n'est rendue obscure que par le fréquent métamorphisme de contact qu'ont subi ces derniers, ce qui les lie plus ou moins au diorite; d'ailleurs leur masse n'est quelquefois qu'un magma schisteux altéré et dioritisé. N'étant pas feuilletées hors des parties métamorphiques, leur nom de roches schisteuses est impropre.

seule est propre à certains gîtes, ou bien celui où différentes parties ou divers accidents d'un filon offrent la même espèce sous des formes dissemblables. Ainsi les filons plombifères du Derbyshire offrent du spath calcaire métastatique plus ou moins compliqué de faces additionnelles (bisalterne, bibinaire, etc., de Haüy) et dodécaèdre, et dans ceux du Westmoreland les variétés prismées et bisunitaires sont fréquentes. D'une autre part, la forme rhomboïdale inverse est la seule du grès cristallisé de Fontainebleau, parce qu'il a pris la place de cristaux de sel, et le *tutenmergel* n'offre pas de forme régulière. Si la fluorine cubique simple ou avec quelque troncature est sa forme la plus habituelle, l'octaèdre régulier n'est que dans certains gîtes, comme dans la dolomie du Saint-Gothard, à Kongsberg, etc., et le dodécaèdre dans certains filons de l'Erzgebirge, etc. Lorsque l'octaèdre accompagne le cube, la première forme est au moins bien plus rare. Le grenat est surtout en dodécaèdre dans les schistes cristallins, et trapézoïdal dans les roches granitoïdes. C'est dans les mines de fer de Dannemora qu'on trouve des cristaux avec des stries sur la face primitive dans la direction de la plus petite diagonale. Le quartz dodécaèdre est dans les porphyres, le quartz prismé dans les druses, et le quartz rhomboïdal est beaucoup plus rare. La pyrite cubique est la forme commune de ce minéral dans les schistes argileux; l'octaèdre, plus rare, se voit à Arendal et Schemnitz; l'icosaèdre, dans des filons du terrain primaire du Rhin; le dodécaèdre pentagonal, à Kongsberg, à l'île d'Elbe, etc. Dans le fer magnétique, le dodécaèdre est plus rare que l'octaèdre. Le zircon octaèdre ou prismé existe également dans les gneiss et dans des roches volcaniques. Il en est de même du fer oxydulé. On pourrait faire des observations analogues sur certaines formes des barytines, des tourmalines, du cuivre carbonaté, du chromate de plomb, de la sélénite, etc., etc.; mais je suis obligé de m'arrêter pour laisser à d'autres le détail complet de ce sujet, si digne d'être approfondi.

Il ne suffit pas d'étudier les corps réguliers, il faut aussi noter leurs *hémitropies* ou macles, leurs angles rentrants et les entrecroisements des cristaux, comme dans le cas de certaines arragonites et staurotides, qui ont été obligées de cristalliser au milieu d'un dépôt étranger. Pourquoi l'harmotome prend-elle cette forme dans des cavités? Si on l'a expliqué cristallographiquement, on n'a pas remonté à la cause première, qui paraîtrait avoir été une gêne quelconque éprouvée, à moins qu'on ne pût faire intervenir l'effet de courants électriques ou électro-magnétiques s'entrecroisant. En général, depuis qu'on a enfin reconnu l'identité des quatre agents principaux de la nature, et que les noms de lumière, de calorique, d'électricité et de magnétisme n'ont plus désigné que les manifestations diverses d'un seul mobile, il est devenu évident que les agents les plus cachés

(1) Voyez *Acad. des sc.*, Paris, 1841; *Ann. de ch. et phys.*, 3ᵉ sér., vol. XIX, p. 113; Reichenbach, *Annal. de chim.*, de Liebig, 1845, vol. LIII; *Appendix*, c. 12; et Lond., *Phil. trans.*, 1845.

à nos sens grossiers devaient avoir joué un rôle important dans la formation des cristaux, comme en général dans ce qu'on séparait sous le nom de nature inerte. Malheureusement ces rapports soupçonnés sont encore en grande partie à l'étude, et ils ont même quelquefois donné lieu à des observations tout aussi dénuées de fondement que l'assertion ancienne que la lumière de la lune n'avait pas de chaleur et aucune influence météorologique.

Si la perfection des instruments a permis à l'ingénieux Melloni de donner ainsi raison aux philosophes de la nature au détriment des plus graves physiciens, il en arrivera de même pour l'intervention des agents le plus souvent invisibles dans la géogénie des cristaux. Un pas important est déjà fait, grâce aux expériences de Haldat, du docteur Reichenbach, de Faraday, etc. (1), qui ont pu démontrer le magnétisme dans une foule de substances, où les physiciens les plus crédules ne le soupçonnaient pas, et les ont trouvées classées en deux séries opposées. Si des calculs fondés sur les lois de décroissement des molécules sur les faces des cristaux primitifs rendent compte de leurs formes secondaires, on viendra un jour à pouvoir soumettre au calcul les causes premières de ces lois comme celles des différentes formes primitives des espèces.

Après cela, il faut aussi observer les *irrégularités* de toute espèce dans les cristaux. Ainsi leur coloration varie dans un même cristal, comme on en a des exemples dans la tourmaline, le saphir, le fluor, etc. Leurs faces sont quelquefois non symétriques ; un cube de fluor ou de pyrite aura, par exemple, une seule troncature sur un de ses angles, etc.; les faces, au lieu d'être planes, seront convexes, comme dans certains fers spathiques et des fluorines, ou bien concaves, comme dans des pyrites. Les cristaux seront comprimés, comme le quartz dans la pegmatite ; infléchis ou courbés, comme certains rutiles, quartz, idocrases, etc. D'autres fois *les cristaux* sont *fracturés*. Ainsi on connaît des quartz hyalins simplement brisés, des amphiboles à fentes calcaires, des épidotes fendues et resoudées par du quartz, des tourmalines à fentes remplies de matière feldspatique ou quartzeuse, des émeraudes ou bérils à petits filons d'albite, des feldspaths cassés dans les granites ou dans les trachytes, et resoudés par la pâte de ces roches, des quartz fendus et réunis de nouveau par du quartz, etc. Il y a aussi des silex pyromaques brisés et offrant quelquefois dans ces fentes des cristaux de strontiane sulfatée. Ces fractures peuvent être en partie un effet du refroidissement inégal et de la cristallisation finale non uniforme de certains minéraux composant des roches surtout granitoïdes. Dans les filons, ce ne sont quelquefois que des accidents purement mécaniques de pression, de choc, par suite d'une chute et d'un glissement. Est-ce que certaines brisures ne pourraient pas résulter d'actions électro-chimiques gênées par l'intervention de quelque minéral ?

Il y a des cristaux offrant de *petites cavités* vides ou remplies de gaz, comme le sel décrépitant, ou bien ces bullosités contiennent des fluides sur lesquels surnagent, mais rarement, de petits cristaux. Ce dernier genre d'accident a été vu surtout

par MM. Brewster, Davy, etc., dans le quartz hyalin, l'améthyste, la calcédoine, l'agathe, la barytine, le saphir, le cymophane, le sel gemme, des minerais de fer, du fer carbonaté, etc. Ces fluides étaient acides dans ces minéraux; mais quelquefois ce n'est qu'un pétrole, comme dans certains quartz, dans des fers carbonatés et dans des houilles. De petits cristaux surnageants n'ont été aperçus que dans des topazes, et de l'anthracite y a été distinguée dans le fluide d'un quartz hyalin.

On a rencontré aussi des espèces minérales, même cristallisées, dans un état de mollesse originaire. Ce sont surtout des quartz (Carrare), et en général les espèces siliceuses, et quelques zéolithes, comme M. Forchhammer s'en est assuré en Islande. D'un autre côté, l'état tendre de beaucoup d'espèces est reconnu pour une modification secondaire, une métamorphose.

Quelquefois les *angles des cristaux* sont tout à fait *émoussés*, de telle sorte qu'ils semblent avoir subi une fusion, comme certaines idocrases, pyroxènes, amphiboles, sodalites, apatites et galènes. L'amphibole de Parga présente des grains de chaux carbonatée qui ont un aspect de matière fondue et sont traversés de cristaux aciculaires d'amphibole. D'autres minéraux sont *corrodés* évidemment par des acides, comme on le voit près des volcans et des filons. Ainsi certains quartz sont tout à fait cariés, peut-être parce qu'ils ont subi les influences de l'acide fluorique. Il y a des préhnites corrodées dans des filons de gneiss, etc.; mais ce genre d'apparence est aussi produit par la décomposition ou par des actions moléculaires électro-chimiques, comme dans certains spaths perlés, des fers spathiques, des silex au bord de la mer, etc. Quelquefois ces parties corrodées sont remplies de minéraux d'origine postérieure. Ainsi on voit de l'argent sulfuré sur du quartz corrodé, etc. Il y a aussi des cristaux ou masses amorphes qui sont totalement *perforés*, comme certains quartz, du fer sulfuré, etc., ce qui provient de la disparition postérieure d'autres minéraux qui les traversaient.

Une étude qui s'agrandit tous les jours et promet d'importants résultats à la géogénie, c'est celle des *métamorphoses* ou épigénies des minéraux, par lesquelles leur forme est restée la même, quoique leur nature chimique ait changé plus ou moins notablement; et puis celle des *pseudomorphoses*, où une matière étrangère a conservé l'impression des cristaux disparus, cas fréquents dans les filons et les couches. On peut souvent démontrer ces changements, le plus souvent moléculaires et lents, par des séries intermédiaires de modifications, et surprendre la nature dans son travail. Ainsi, on a des tourmalines en partie changées en chlorite, et d'autres qui le sont entièrement, etc., etc. C'est un jeu des affinités chimiques ou électro-chimiques, aidé par l'air et par l'eau, leur acide carbonique, et quelquefois par d'autres acides; tandis que la disposition des cristaux est produite par une dissolution complète simplement aqueuse ou par un acide, ou bien une décomposition chimique enlève un ou deux éléments, et l'eau éloigne les autres. Les minéraux qui ont cristallisé au milieu d'une masse étrangère molle

ou un peu ramollie en empâtent des portions de diverses manières ; ainsi on connaît de petites portions de lave dans certaines amphigènes, du schiste dans l'intérieur ou le milieu des couzeranites, et du schiste argileux en masse conique dans le centre des macles, etc.

Les *pénétrations mutuelles* entre cristaux de diverses espèces sont fréquentes dans la nature, dans les roches ignées comme dans les roches neptuniennes. Le cas le plus simple, savoir : la pénétration réciproque de cristaux d'une espèce unique, est le seul que la chimie puisse produire aisément par la voie aqueuse ; l'autre cas est bien plus difficile à imiter, quoiqu'on doive le pouvoir par les deux voies. Quelquefois cette pénétration n'est pas complète ; ainsi du quartz s'ensevelit à moitié dans l'améthyste ; ailleurs c'est un enchevêtrement mutuel, comme, par exemple, du quartz pénétrant dans de la baryte, le feldspath s'enchevêtrant avec la topaze, l'étain oxydé entrant dans un feldspath, la tourmaline et l'émeraude se pénétrant mutuellement. Il en est de même quelquefois de l'amphibole avec de la chabasie, du mica ou du graphite avec du chondrodite, du platine avec du chromate de fer, etc.

D'autres fois cela devient un *enveloppement complet*, accident qui embrasse plusieurs cas différents. Certains minéraux sont entourés d'une croûte identique avec l'espèce enveloppée, ou différente de cette dernière. Des exemples du premier genre sont offerts par certains amphiboles, idocrases, épidotes et grenats, et le second cas se présente dans des grenats encroûtés d'épidote ou de pyroxène. Toutes ces couches ressemblent à des produits de fusion.

Il arrive aussi que des minéraux cristallisés sont simplement *empâtés* dans un minéral amorphe. Ainsi on connaît le quartz hyalin, la baryte, le fluor et l'amphibole dans une enveloppe de spath calcaire, l'actinote dans du feldspath vitreux, le grenat dans du fer magnétique, le fer oxydulé dans de l'agate, l'idocrase dans du grenat blanc, de la sélénite dans une barytine amorphe, du gypse niviforme dans une boule de jaspe, etc. Un autre cas est celui où un *cristal en enveloppe plusieurs;* ainsi il y a des cristaux qui sont composés d'une multitude d'autres plus petits, comme on le voit quelquefois dans la chaux carbonatée et le spath fluor. Il y a aussi des cristaux de certaines espèces qui en contiennent de plus petits des mêmes espèces, ou même le cristal intérieur n'a pas la forme de l'extérieur, ou bien il est sa forme primitive. Ainsi un fluorine vert ou blanc cubique contiendra un fluorine violet cubique ou quelquefois octaèdre ; un grenat vert sera dans le centre d'un cristal rouge de cette espèce, une tourmaline verte au milieu d'une tourmaline blanche, ou, *vice versâ*, une tourmaline rouge au centre d'une espèce verte, une tourmaline brune à noyau rouge, etc.

Certains cristaux en contiennent d'autres d'espèce étrangère ; en voici quelques exemples : Une émeraude dans une phénakite, une tourmaline dans une topaze, l'asbeste dans un spath magnésien, la chlorite dans le pyrargillite, du sel et de l'ambre dans une boracite, un grenat avec de la sélénite dans son intérieur ; un

quartz hyalin dans une topaze, l'ouralite; des quartz hyalins contenant des cristaux de chlorite, de talc, de mica (argentin et aventurine), d'actinote, d'amianthe (q. chatoyant), d'épidote, de feldspath, de cymophane, de tourmaline, de chaux carbonatée, de titane oxydé, d'or natif, de fer titané ou de l'anthracite; des améthystes à fer oligiste, hématite aciculaire brune, bismuth sulfuré, plomb sulfuré argentifère ou argent natif; du fluorine à pyrite de fer ou de cuivre, bismuth sulfuré, cobalt arsénical, et rarement à quartz hyalin ou calcédoine; de l'or dans le plomb sélénié ou dans un spinelle; du fer oligiste, de l'or ou de l'antimoine sulfuré dans des pyrites ferrifères; une pyrite magnétique dans un cube de fer sulfuré; de l'argent sulfuré dans un fer sulfuré blanc; des cristaux de blende dans une galène, etc.

L'*explication géogénique* de tous ces cas d'enveloppements est tantôt aisée et tantôt difficile, par suite de la connaissance imparfaite des causes premières de la formation des cristaux, et surtout de la diversité des formes constantes de leur noyau primitif. Ainsi on comprend pourquoi des substances plus fusibles peuvent encroûter des minéraux qui le sont moins, comme le pyroxène du grenat, si par hasard ils ont été exposés à une certaine chaleur par leur juxtaposition. Un minerai plus volatil qu'un autre pourra envelopper ce dernier, comme la galène l'or. Du quartz produit d'une solution siliceuse sous une certaine température pourra, en se cristallisant, renfermer des minéraux déjà formés et insolubles dans ces eaux silicifères. Certaines enveloppes ne sont que des accidents fort postérieurs à la cristallisation des espèces enveloppées. Ainsi le fer sulfuré blanc, se produisant encore, pourra contenir maint minéral ancien. Quelquefois les cas d'enveloppement rentrent dans les métamorphoses, l'extérieur d'un minéral ayant seul subi ce changement.

D'un autre côté, le minéral enveloppé n'est quelquefois qu'un effet de filtration moléculaire dans une cavité accidentelle ou produite par un déplacement moléculaire antérieur. Dans ce cas est la sélénite dans le grenat. Mais comment s'expliquer les exemples donnés où des minéraux enveloppent des cristaux de la même espèce, simplement un peu variés, surtout lorsque le cristal enveloppé n'est pas la forme primitive de l'espèce? Les pénétrations et enchevêtrements de plusieurs minéraux composant surtout des roches ou des gangues de filons sont en partie très difficiles à comprendre (1).

Si tous ces accidents minéralogiques ne se retrouvent pas dans les *roches*, un certain nombre y existent en grand et exigent toute notre attention. Ainsi certaines roches sont divisées en formes régulières qui sont liées à certaines circonstances d'origine ou de refroidissement, ou de dessiccation. Les roches prismatiques sont quelquefois courbes et divisées transversalement par des fentes, quelquefois

(1) Voyez Fournet, *Ann. de la soc. d'agric.*, *Hist. nat.*, etc., de Lyon, 1845, et *Bull.*, 1845 vol. II, pag. 579.

remplies par des minéraux ou mélanges particuliers. Les pénétrations des roches les unes dans les autres s'observent dans les dépôts neptuniens comme dans les amas ignés. Au contact de ces derniers avec les roches stratifiées, elles ont des allures toutes particulières et variées. La cavernosité est un accident des roches de tout genre ; elle est tantôt le résultat d'un état originaire de formation, comme dans les travertins et les laves, et tantôt une suite de destructions postérieures par la décomposition ou la filtration des eaux, comme dans le cas de ces cailloux calcaires creux et tapissés de chaux carbonatée dans des poudingues tertiaires, etc. L'acide carbonique est un des agents principaux dans ces dissolutions. Beaucoup de porosités et de fentes des roches sont trouvées remplies d'eau, fluide qui n'a que ce gisement, ou forme des nappes dans des lits arénacés entre des couches impénétrables à l'eau.

Ce qu'on nomme décomposition dans les roches n'est qu'une espèce de métamorphose chimique, dont on n'a pas encore assez estimé les résultats possibles, témoin cette conversion du calcaire en dolomie, d'après des observations récentes. Les parties constituantes de l'air et de l'eau, si aisés à décomposer, leur acide carbonique, la présence de certains éléments terreux et métalliques, ou même celle de sels divers, sont les conditions nécessaires pour ce jeu des affinités. Çà et là et dans divers temps, des acides différents et des températures variées ont pu favoriser et compliquer ces modifications intérieures. Ainsi se sont produites avec le temps des altérations, des modifications considérables, aussi bien que des décolorations et colorations. Enfin l'infiltration comme la sublimation ont pu distribuer des parties métalliques ou bitumineuses dans les roches.

Les *associations minéralogiques* se répétant dans des contrées éloignées les unes des autres sont le champ d'observation qui doit conduire le plus sûrement à des explications rationelles de géogénie. Jusqu'ici le plus petit nombre ont été appréciées et utilisées, quoique les géologues, et surtout les minéralogistes, en aient relaté une infinité. Malheureusement toutes ces indications sont loin d'être aisées à employer, car la juxtaposition de certains minéraux n'établit pas toujours leur contemporanéité, fait qui est la chose principale. Ensuite, deux ou trois opérations chimiques peuvent avoir produit une association sans qu'on s'en aperçoive au premier coup d'œil, et même certaines actions mécaniques peuvent quelquefois compliquer la question. Ainsi les associations de minéraux et minerais dans les filons sont bien plus difficiles à débrouiller que celles qui sont empâtées dans les roches, et la difficulté croît avec le nombre des minéraux réunis ensemble. D'un autre côté, on peut s'expliquer assez bien la contemporanéité de deux ou trois minéraux contenant un ou deux éléments caractéristiques semblables, surtout si ces derniers sont des acides, de la silice, de la magnésie, de la chaux, de l'alumine, etc., ou des métaux; mais on se trouve quelquefois à court d'explication quand il s'agit de se rendre compte de l'association de plusieurs minéraux assez divers. Dans ce cas, il faut comparer les propriétés de leurs éléments ou même

des composés de ces derniers, car les décompositions doubles sont une des voies habituelles de la nature. De plus, il ne faut jamais oublier que certains principes, certains flux, si j'ose m'exprimer ainsi métaphoriquement, ont pu disparaître, lors même que leur présence, même en quantité minime, a pu aider beaucoup à la formation de l'assemblage qui nous étonne.

Sous ces rapports on comprend assez bien à présent les associations suivantes; savoir : celle de l'axinite et de la tourmaline, celle de la cymophane avec ce dernier minéral et le béril, celle du phosphorite avec la wavellite, celle de l'apatite avec le herderite, celle de la topaze avec le lépidolithe, celle du phosphorite avec le spath fluor et la topaze, celle du fluellite et du fluorine avec la wavellite, celle du carpholite avec le fluor et le quartz hyalin, celle de l'apatite, de la tourmaline et du fluorine, etc. Les acides borique, phosphorique ou fluorique expliquent l'association binaire des minéraux susdits, tandis que les associations ternaires sont comprises par les propriétés similaires de ces acides, surtout à l'égard du calorique et de l'eau, mais dans certaines circonstances particulières. Ainsi l'acide fluorique se réduit aisément en gaz à une température assez basse et se vaporise en se combinant avec des vapeurs aqueuses. L'acide phosphorique ne se vaporise, il est vrai, qu'à un degré plus élevé de chaleur; mais sa grande affinité pour l'eau contrebalance cette différence. L'acide borique ne se volatilise pas, mais, vu son affinité pour les vapeurs aqueuses, celles-ci peuvent le transporter. Cette dernière propriété de l'acide borique explique aussi sa concomitance dans certains volcans avec l'acide sulfureux, dont l'eau dissout aisément de grandes quantités. Aussi ne voit-on plus de difficultés à trouver la boracite dans du gypse avec du soufre, et on comprend aussi comment l'acide phosphorique peut se trouver dans le borate de soude.

De même les propriétés des acides sulfureux et hydrochlorique, et leur existence simultanée dans les volcans, nous débrouillent la cause de l'association du gypse ou de l'anhydrite avec le sel gemme, le soufre, et même avec l'arsénic sulfuré, le fer spéculaire et le bitume, qui sont tous des minéraux de nos volcans. On comprend aussi la raison de la formation contemporaine de la glaubérite avec le sel gemme, et on ne se trouve pas non plus embarrassé par la présence d'un peu de lignite ou de houille, de l'ozocérite, et même dans certains cas de la strontiane sulfatée.

Les trois bases salifiables alcalines, les oxydes de calcium, de barium et de strontium, ont des propriétés assez semblables par rapport à la faculté de décomposer l'eau à la température ordinaire, et à leur solubilité dans l'eau froide ou chaude. L'oxydation de ces métalloïdes peut même provenir de la décomposition de l'eau. Les eaux minérales nous offrent encore des sels de ces terres. D'une autre part le sulfate de baryte est insoluble dans l'eau, celui de strontiane est peu soluble et celui de chaux l'est beaucoup plus. Supposant des eaux chargées de ces oxydes, la précipitation de sulfates y serait la conséquence de l'arrivée de va-

peurs sulfureuses, ou même de l'hydrogène sulfuré pourrait presque seul produire cet effet dans certaines circonstances. Mais les eaux minérales n'amènent pas des oxydes à la surface terrestre; leurs parties constituantes alcalines (soude, potasse, lithine), terreuses et métalliques (fer, manganèse, zinc, cuivre) s'y trouvent dissoutes en carbonates, sulfates et hydrochlorates; rarement on y a reconnu les acides borique, phosphorique, fluorique, nitrique et acétique. On est donc ramené dans la géogénie à la théorie de Bischof, savoir : celle des carbonates terreux ou rarement métalliques en présence de sulfates alcalins dans des eaux thermales, et celle des doubles décompositions aidées par l'intermédiaire de l'eau (voyez ci-dessus, p. 11). De même, les oxydes terreux insolubles dans l'eau, savoir : la magnésie, l'alumine, etc., n'ont pu entrer dans la composition des minéraux par la voie aqueuse que par leur dissolution sous forme de sels, et même les moins solubles de ces derniers ont pu acquérir cette propriété par un excès d'acide. La silice, au contraire, s'acidifiant aisément et formant des silicates, a été dissoute aisément en silicates alcalins, surtout dans des eaux thermales. L'alumine forme aussi des aluminates, mais la silice imprègne souvent aussi des vapeurs aqueuses et réunie à l'acide fluorique elle forme même un gaz. Telles sont les propriétés principales des terres, qu'expliquent beaucoup d'associations de minéraux avec ces bases, si du moins on y ajoute leurs propriétés relativement au calorique, savoir d'être infusibles comme oxydes, mais plus ou moins fusibles avec des alcalis, ou bien d'être réunies deux ensemble, comme, par excellence, la silice et l'alumine. Ainsi on trouve tout naturel d'abord l'association de la baryte et la strontiane sulfatée avec la chaux carbonatée, ou avec le quartz hyalin et le fluorine. Puis, on entrevoit la liaison chimique de l'association de la zoïsite, de l'actinote et de l'essonite; de celle de l'épidote avec l'amphibole et le grenat, ou même les remplacements complets de l'amphibole par l'épidote. On s'explique pourquoi la staurotide se trouve avec le disthène, l'idocrase avec le grenat; la tourmaline avec le grenat dans le micaschiste; l'eudialyte et le zircon avec la sodalite; le grenat avec l'amphibole et le feldspath; l'amiante avec l'adulaire, le quartz avec la chaux carbonatée; le béril dans le quartz; l'helvine avec le fluor; la cryolite renfermant des cristaux de quartz; l'anorthite dans du calcaire rejeté de la Somma avec du pyroxène et du pléonaste; l'association de diverses espèces du groupe des feldspaths, par exemple, celle de la pétalite et du triphane, minéraux à lithine; celle de la haüyne avec la néphéline et l'amphigène; celle de la chabasie avec l'analcime, et l'exclusion de la mésotype, etc.

Comme les analyses de ces divers minéraux donnent l'explication de leur association, je me contente d'en ajouter quelques unes en détail comme exemples. Ainsi l'association zéolitique susdite est motivée par la présence de deux alcalis et de beaucoup d'eau, tandis que la mésotype n'a qu'un alcali et plus d'alumine que la chabasie et l'analcime réunies; l'association de la haüyne surtout avec la néphéline a été provoquée par une similarité de parties constituantes,

mais en d'autres proportions, il en est de même de l'eudialyte et du zircon. La cryolite contient du quartz, par suite des rapports de la silice avec l'acide fluorique, etc. Il y a d'autres associations où l'influence des substances environnantes ou du mode de dépôt est évident. Ainsi, l'arragonite en cristaux dans des argiles marneuses gypsifères n'a jamais été vue qu'en stalactites dans son association avec le fer spathique; sous certaines températures particulières, ce carbonate serait resté une stalactite calcaire. Certaines exclusions d'association qu'on observe dans la nature frappent quelquefois, car elles ont même lieu entre des minéraux dont les parties constituantes ne sont pas tout à fait dissimilaires. Ainsi l'émeraude n'a pas son gite dans le feldspath, mais dans des micaschistes quartzeux.

Passant aux *minéraux métallifères* et *minerais*, on y retrouve des associations qui s'expliquent assez bien par les analyses, comme celle du liévrite avec le pyroxène, le pyrosclérite et le fer oligiste; celle du cronstedtite avec le fer hydraté, des pyrites et la chaux carbonatée ferrifère; ou bien avec le kakoxène, la wavellite et le phosphorite siliceux; celle du fer oxydulé avec le corindon ou le quartz rubigineux; celle du fer oxydé avec le phénakite ou avec le quartz et la baryte; des minerais de fer avec la baryte, les spaths calcaire magnésien et perlé et quelquefois le fluor; l'améthyste avec les fers oligiste, pyriteux, carbonaté et hématite; le manganèse oxydé avec la chaux carbonatée et la baryte; le molybdène sulfuré avec l'apatite dans du quartz; l'urane phosphaté avec la tourmaline; l'allophane avec du cuivre pyriteux et vert, et du fer hydraté; l'argent iodé avec la stéatite; le gadolinite avec le cérérite et le zircon, et même le fer oxydulé avec une vingtaine de minéraux (1).

Parmi les minerais, il y a des associations qui ne résultent que de la composition voisine des bases ou des acides dans certaines espèces. Dans ce cas sont les associations suivantes; savoir: du fer oligiste en druses dans du fer oligiste rouge fibreux; du fer oxydulé avec du fer oligiste; de la galène avec des pyrites de fer et de cuivre; de la galène avec de la blende ou avec de l'argent sulfuré; des pyrites, de l'or et du fer oligiste dans une gangue de quartz et de spath calcaire; du chromate de plomb avec du carbonate et phosphate de plomb; du plomb molybdaté avec du plomb phosphaté et du fluor; de l'antimoine sulfuré avec de l'argent sulfuré antimonié, de l'argent natif et du plomb sulfuré; du cuivre natif avec du cuivre pyriteux, du fer sulfuré et hydraté et spathique, ainsi que du cuivre gris argentifère; du sulfure de cuivre avec de la pyrite cuivreuse; du palladium avec de l'or et du plomb sélénié; de l'amalgame ou de l'argent iodé avec de l'argent natif et muriaté; du cobalt arsénical avec du nickel arsénical.

D'autres fois, certains minerais n'étant résulté que de la *décomposition* d'autres

(1) Ce sont l'amphibole actinote et grammatite, l'épidote arendalite, le grenat, l'idocrase, l'œrstedite, l'andalousite, la pétalite, la parenthine, le diaspore, le dichroite, l'axinite, le pyrosmalite, le pikrosmine, le picrolite, l'anthosidérite, le pérovskite, le stilpnomelune, l'apophyllite, le datolite-botryolithe, le quartz, le sphène, l'apatite.

minéraux, il est naturel de trouver ces espèces ensemble, comme on trouve l'alumi-nite avec le gypse et l'argile. En voici des exemples : du fer phosphaté encroûtant du fer hydraté et de l'argile ; de l'hématite rouge avec du fer oligiste et du fer hydraté brun ; du fer et du zinc sulfatés ; des sulfures associés avec des carbonates, sulfates, arséniates ou phosphates, par exemple, de la galène avec du carbonate et phosphate de plomb, du fluor et de la baryte ; du cuivre carbonaté avec du cuivre phosphaté et oxydulé ; de l'argent sulfuré avec de l'argent et du cuivre muriaté ; du cuivre natif avec du cuivre oxydulé rouge et de la malachite, ou avec de la chrysocolle et du cuivre sulfuré ; du cobalt arseniaté avec du nickel arsenical ; du nickel arseniaté avec du nickel sulfuré ; du molybdène ochreux avec du molybdène sulfuré, etc. etc.

Les *associations métalliques* en général sont très intéressantes, parce qu'elles offrent des constances remarquables, dont les géologues ont trop longtemps négligé de rechercher les explications rationnelles. Les principales sont les suivantes, savoir : le tellure avec l'or et l'antimoine ; l'or avec le bismuth et le fer hydraté ; l'or avec les pyrites de fer, le fer oxydé et oligiste et le quartz ferrugineux ; le platine avec l'or, le fer oxydulé, le palladium, l'osmium et l'iridium ; la galène avec l'argent sulfuré, presque toujours avec de la blende, rarement avec l'arsenic sulfuré rouge et encore moins souvent avec l'urane oxydulé ; les sulfures de plomb et de zinc quelquefois avec de la calamine et le cuivre carbonaté, quelquefois avec de l'argile ferrugineuse ou de l'hydrate de fer ; les minerais de fer associés à ceux de cuivre et très souvent sans manganèse ; le cuivre avec des minerais d'argent ou de cobalt ; l'étain avec les minerais de schéelin et d'urane, le molybdène sulfuré, les pyrites arsenicales, le fluor, la topaze, la tourmaline, l'apatite, l'herdérite et l'albite ; le mercure seul et rarement avec l'argent et le fer ; l'arsenic avec le cobalt ; le fer oxydulé avec le fer titané ; les oxydes de fer avec ceux de manganèse ; le nickel arsenical avec le fer spathique et pyriteux ; l'antimoine avec le plomb sulfuré, l'argent, le fer et le quartz ; le bismuth et le molybdène sulfuré avec l'apatite (dans du quartz, l'urane), le tantalite, le béril et le feldspath ; l'anatase avec le turnérite, le crichtonite, l'albite, l'épidote, le titane oxydé et le quartz ; le chromate de plomb avec d'autres minerais de plomb, quelquefois avec de l'or et du quartz dans l'itabirite ; l'or rarement avec l'argent sulfuré ; le plomb molybdaté avec l'argent iodé, natif, etc.

L'*association des métaux* présente une multitude de faits intéressants dont on a négligé jusqu'ici l'application, quoique nos connaissances chimiques me paraissent le permettre jusqu'à un certain point.

Tous les métaux ne se trouvent jamais tous ensemble ; plusieurs existent souvent entremêlés, ou du moins sont dans le voisinage les uns des autres, en même temps que d'autres ne s'offrent qu'isolés dans les entrailles de la terre, tandis que d'autres semblent s'éviter ou n'appartiennent qu'à certaines formations ou à différentes périodes. Or, il est évident que ces particularités, loin d'être dues au

hasard, doivent dépendre de certaines propriétés chimiques individuelles des métaux, ou quelquefois peut-être de leur distribution géographique ou tellurique.

Les métaux forment en général des alliages, et se trouvent réunis ou séparés, parce qu'ils sont entre eux dans certains rapports déterminés relativement à certaines de leurs propriétés. Ces propriétés résultent de trois causes principales, savoir : les effets du *calorique*, de l'*oxygène* et des *acides*. Le calorique donne lieu aux divers degrés de fusibilité ou volatilité des métaux, ou, en d'autres termes, la possibilité ou l'impossibilité d'être fusible ou volatil dépend des rapports propres de chaque métal avec la chaleur. Une oxydation plus ou moins grande et diverse, ou même une acidification sont produites par l'oxygène, tandis que les acides donnent lieu à des sels très divers ou seulement à un très petit nombre de ces derniers. A ces agents modificateurs il faut encore ajouter les *propriétés électro-magnétiques* des métaux, à moins qu'elles ne soient déjà déterminées par le calorique, ou qu'il faille confondre une fois pour toutes ces deux puissants mobiles de la nature inanimée.

Il est tout naturel que, parmi les métaux, ceux-là se grouperont ensemble qui posséderont le plus de propriétés semblables sous ces trois ou quatre rapports; au contraire ceux-là s'éviteront ou ne pourront pas se trouver ensemble, qui se distinguent par des propriétés tout à fait opposées. Quelques uns même pourront, d'après cela, ne paraître dans la nature que dans un isolement total. Cependant, pour les métaux vivant en famille, cette affinité réciproque ou sociabilité, si j'ose m'exprimer ainsi, ne dépend pas toujours d'une identité ou d'une similarité approximative dans toutes leurs propriétés ; mais quelquefois elle paraît n'être produite que par la présence marquée d'une propriété déterminée, quoique tous les métaux ainsi associés ne la possèdent pas tous au même degré.

D'après ces principes, les chimistes ont divisé les métaux en diverses classes dont l'emploi s'applique fort heureusement à la géogénie. Ainsi, par exemple, les propriétés analogues du fer, du manganèse, du zinc, du cadmium et même de l'étain expliquent fort bien plusieurs associations diverses de ces métaux. La fusibilité assez semblable du *fer* et du *manganèse*, et la solubilité de leurs carbonates dans les eaux minérales, éclaircissent le pourquoi de leur association fréquente. On en peut presque dire autant du zinc et du cadmium; mais comme le zinc se volatilise et a une fusibilité particulière à un degré au-dessus de la chaleur rouge, il a pu arriver que ce métal ait formé quelquefois presque tout seul des dépôts où l'on ne trouve guère associé qu'un peu de plomb ou de fer.

L'*étain*, d'une autre part, est un métal qui s'éloigne encore plus de tous les autres métaux par sa fusibilité particulière, sa non-volatilisation et sa propriété de s'oxyder sous une haute température; en même temps que l'oxydation facile du fer, même à basse température, explique la fréquence de ses oxydes dans la nature.

L'existence du *mercure*, seul ou tout au plus avec un peu d'hydrate de fer ou de sulfure de fer, et son habitude de se présenter à l'état natif fluide ou uni au soufre, au sélénium, à l'iode ou au chlore, tout cela dépend de la place isolée que ce métal occupe parmi les autres, parce qu'il n'absorbe de l'oxygène que sous un certain degré de température, et non pas sous celui de la chaleur rouge, qu'il ne décompose pas l'eau, et s'unit aisément au soufre, au sélénium, à l'iode et au chlore. Au contraire, dans la nature, le mercure n'offre pas de combinaisons avec les acides phosphorique, carbonique et borique, parce qu'on ne peut que très difficilement produire la première combinaison, et que les deux autres ont été réputées jusqu'ici comme impraticables.

L'*or*, le *platine*, l'*iridium*, l'*osmium*, le *palladium*, etc., se trouvent souvent ensemble, et existent à l'état natif ou en alliages, parce que tous ces métaux sont plus ou moins réfractaires ou même infusibles, parce qu'ils n'absorbent pas l'oxygène et ne décomposent pas l'eau sous aucun degré de chaleur. Comme le palladium entre assez aisément en combinaison avec le soufre et le sélénium, on pourra peut-être découvrir du sulfure ou même du sulfate de palladium, comme on a déjà trouvé du platine sélénifère. Le platine et l'iridium pourraient même exister dans la nature unis à quelques acides, du moins avec l'acide sulfurique; probablement un certain degré commun d'infusibilité est la cause de la réunion ordinaire du platine avec certains autres métaux, comme le rhodium, l'iridium, l'osmium et le palladium : métaux qui, comme l'éponge de platine, décomposent l'air atmosphérique et produisent de l'eau au moyen d'un courant d'hydrogène.

L'*argent* appartient à la même division des métaux que ces derniers; néanmoins il s'en distingue, parce qu'il s'unit, sans difficulté, au soufre, au sélénium, à l'iode et au chlore, et forme aisément des alliages avec plusieurs autres métaux. Aussi connaît-on dans le règne minéral une grande quantité d'espèces de sulfures d'argent, purs ou composés, de l'argent sélénié et iodé, ainsi que des alliages avec le mercure, le cuivre, l'antimoine, le plomb, le fer, etc., quoique ces derniers métaux possèdent cependant plusieurs autres propriétés que n'a pas l'argent.

Quant aux métaux qui peuvent s'unir avec l'oxygène aux plus hautes températures, huit d'entre eux sont capables de s'acidifier, et tous sont très réfractaires ou même réputés fusibles; ce sont l'arsenic, le molybdène, le chrôme, le tungstène, le columbium, l'antimoine, le tellure et même le titane. Huit autres de ces métaux ne peuvent former que des oxydes, savoir : l'urane, le cérium, le lanthane, le cobalt, le bismuth et le cuivre, le nickel et le plomb. Nous faisons abstraction ici des métaux récemment découverts et encore peu connus, parmi lesquels au moins le vanadium, l'ilménium, le niobium, le pélopium, paraissent aussi capables d'absorber de l'oxygène et même de s'acidifier.

D'après ces distinctions, on voit tout de suite pourquoi les métaux de la première classe se trouvent souvent ensemble, et que c'est aussi le cas pour plusieurs métaux de l'autre classe, comme, par exemple, dans l'association du *cuivre* et du *plomb*, etc., etc. Une autre raison de la réunion de l'*arsenic* et du *molybdène* est que ces métaux se subliment sans se fondre, et entrent dans des combinaisons semblables avec le soufre ; de plus, le molybdène s'acidifie en se volatilisant, d'où provient le molybdate de plomb, et l'arsenic forme aussi des arséniates. Le *chrome* n'étant attaquable par aucun acide, on ne le trouve, au contraire, qu'en oxyde ou bien en acide uni au plomb ou au fer. De même, les propriétés de s'acidifier que possèdent l'antimoine, le tungstène et le vanadium, rendent compte des antimoniates, des titanates, des tungstates et vanadates du règne minéral. Mais il n'y a que quelques métaux qui aient de la tendance à s'unir aux acides métalliques ; le plomb et le fer, par exemple.

L'*urane* et le *molybdène* s'associent ensemble parce qu'ils ont quelques propriétés communes, comme, par exemple, d'être tous deux extrêmement réfractaires. Des propriétés contraires ont produit probablement l'association des métaux suivants, savoir : le *tellure*, le *plomb*, le *bismuth* et le *cuivre*. On trouve ensemble le *cérium* et le *titane*, parce qu'ils sont également infusibles, se subliment, et, sous un haut degré de chaleur, passent à l'air à l'état d'oxydes.

Le *cobalt* et le *nickel* se présentent ensemble, parce qu'ils sont réfractaires à certain degré, se combinent avec le soufre, et ont des propriétés magnétiques. L'*arsenic* et le *cobalt* possèdent des propriétés différentes, parce que ce dernier n'est pas volatil, tandis que l'autre l'est et ne fond pas sous la pression atmosphérique; il a donc fallu une plus haute pression pour que l'arsenic pût se fondre comme le cobalt, ce qu'on peut vérifier par l'expérience.

La facilité avec laquelle l'*arsenic* s'unit au soufre, et sa volatilisation à 180° sans se fondre, sont les causes probables de l'existence dans la nature de ce métal uni au *cobalt* et au *nickel*, ou du moins de leur association.

Comme les relations de combinaison de l'arsenic et du phosphore se ressemblent beaucoup, on connaît ces deux corps abondamment en combinaison avec certains métaux de la seconde classe, comme le plomb, le cuivre, ainsi que le fer.

L'*antimoine* s'oxyde aisément sous une haute température ; c'est la cause de la fréquence de ses oxydes dans le règne minéral; il s'unit sans difficulté avec le soufre, d'où sont provenus les divers sulfures d'antimoine.

Le *plomb* entre facilement en combinaison avec le soufre, le phosphore, le sélénium, l'iode et le chlore, aussi a-t-on découvert tous ces composés dans la nature, à l'exception de celui de l'iode, qu'on peut déjà prévoir. D'un autre côté, les propriétés du plomb, de produire avec les acides métalliques des sels, expliquent la formation des plombs arséniaté, chromaté, molybdaté, tungstaté,

antimoniaté et vanadaté : de même on se rend raison de l'origine des espèces de plomb phosphaté et muriaté.

Le *plomb* et le *zinc* n'appartiennent pas à la même classe de métaux, mais tous les deux bouillonnent à la chaleur blanche, et s'unissent aisément au soufre; c'est probablement la raison pour laquelle on les remarque si souvent ensemble sous la forme de minerais sulfurés; peut-être la même cause leur associe assez fréquemment un peu de pyrite cuivreuse ou de sulfure de cuivre. Les rapports de combinaison du *cuivre*, de l'*argent* et du *cobalt* avec le soufre, ont rendu probablement aussi possibles les associations de ces métaux, malgré leurs différences notables de fusibilité. D'une autre part, la concomitance de l'*argent* et du *plomb* a ses raisons probables dans les propriétés du premier métal de s'unir avec autant de facilité que le plomb à beaucoup de corps, ce qui se vérifie dans la nature par leurs sulfures, séléniures et iodures. On pourra peut-être même ajouter bientôt leurs bromures, dont un est déjà connu; cependant la fusibilité de ces deux métaux est encore bien différente; leur affinité pour ces autres corps susnommés paraîtrait contre-balancer cette cause d'isolement réciproque.

L'association du *plomb* avec l'*antimoine* peut-elle provenir de la volatilité de leurs oxydes, outre d'autres propriétés identiques de leur état en métaux et à l'égard du soufre? Ne faut-il pas aussi rechercher la cause de la concomitance de l'*urane* et du *schéélium* dans des propriétés communes relatives à l'oxygène et à l'air, et leur oxydation sous certains degrés de chaleur? L'*étain* s'associe à ces deux métaux, peut-être en conséquence de leurs rapports particuliers avec le soufre et leur oxydation possible. Le *cérium* et le *tantale* se trouvent ensemble à cause de leur état très réfractaire; mais pour le *fer* et le *titane*, qui sont, à cet égard, dans des rapports si différents, leur réunion intime dépendra peut-être de la faculté du titane de s'oxyder et de s'acidifier à de hautes températures, ou même il faudra tenir compte de leurs propriétés électro-magnétiques.

Le *nickel* existe dans la nature avec le *manganèse*, l'*arsenic* avec le *fer*, quoique ces métaux appartiennent à des groupes métalliques différents; la cause probable de l'association des deux premiers pourrait être leur difficile fusion, et pour les deux autres, leurs propriétés communes à l'égard du soufre. De même, on peut s'expliquer la concomitance du *tellure*, de l'*antimoine*, du *bismuth* et de l'*or*, puisqu'on sait que l'or est assez fusible, tandis que les trois autres métaux se volatilisent à une forte chaleur rouge, et que les rapports de combinaison du tellure se rapprochent beaucoup de ceux du soufre, dernier corps qui ne s'unit aucunement à l'or.

Parmi les métalloïdes, le *soufre* et le *carbone* entrent surtout en combinaison avec les métaux de notre première classe, savoir : le fer, le manganèse, le zinc et même l'étain, ainsi qu'avec le plomb. Le soufre seul s'unit avec plusieurs métaux de la seconde classe, savoir : le molybdène, l'antimoine, le bismuth, le cuivre, le nickel et le plomb. Un plus petit nombre de métaux s'unit au

chlore, comme le plomb, le cuivre, le fer, le mercure, l'argent. Un nombre encore plus exigu se combine avec le *sélénium* comme le cuivre, l'argent, le cobalt, le plomb et le platine. Le *brome* n'est connu jusqu'ici dans le règne minéral qu'uni avec l'argent et dans les eaux salées. Le *bore* et le *fluor* n'ont pas encore été découverts en combinaison avec des métaux, quoique ces corps, séparés ou unis, paraissent avoir joué comme acides un rôle assez important dans la formation de certains dépôts métallifères, et existent même dans des minéraux qui accompagnent ces derniers. C'est le cas pour l'étain, comme je l'ai dit ailleurs.

Dans la nature, la *silice* ne forme des silicates qu'avec assez peu de métaux; cette combinaison est même assez rare pour les cas où on peut croire à une formation ignée par la voie sèche, comme, par exemple, pour certains composés de cérium et de silice, l'allunite et le cérium oxidé silicifère; au contraire, elle est plus fréquente dans des espèces de minerais pour l'origine desquelles on peut supposer avec vraisemblance que l'eau, surtout sous un certain degré de chaleur, a joué un rôle principal. Dans ce cas sont certains minerais de cuivre, de zinc, de fer, de manganèse, etc. Plusieurs hydrates silicifères métalliques peuvent aussi avoir été produits de la sorte, quoique d'autres, tels que certains hydrates de fer, soient loin d'avoir demandé beaucoup de chaleur pour leur formation. D'une autre part, je rappelle que des eaux très acidules expliquent parfaitement la précipitation chimique de certains carbonates métalliques, comme ceux du cuivre, du zinc, du manganèse, du fer, etc., qui dénotent assez cette origine par leur structure stalactitiforme, botryoïde ou testacée.

En réunissant ces courtes observations à ce que j'ai exposé déjà sur les terres et les acides, on y trouve des explications satisfaisantes, même pour des associations de minerais et de minéraux dans les filons ou les couches, etc.

Les *roches* offrent des associations tout aussi particulières que les minéraux, mais plus aisées à comprendre. Dans les dépôts neptuniens, la réunion ordinaire est celle des grès, des argiles et des calcaires avec leurs roches de passage, leurs poudingues, des dolomies et des gypses accidentels. Les roches massives offrent certains types communs d'association, malgré leur nature différente et les époques diverses de leur apparition. Ces types sont granitoïdes, porphyriques, variolaires, amygdalaires, compactes ou poreux, et rarement vitreux. Ainsi, si les trachytes diffèrent des porphyres, s'il en est de même des basaltes à l'égard des trapps, tous ces dépôts divers offrent les plus grands traits de ressemblance sous les rapports précédents.

Enfin, nous voyons beaucoup de minéraux et minerais liés à certaines roches, ou même un certain nombre d'entre eux isolés ensemble dans quelques roches. Ainsi on peut rappeler le silex des calcaires, le ménilite des marnes, l'opale des agglomérats trachytiques, le fer titané des roches volcaniques, le sphène des siénites, le titane oxidé des quarzites, des gneiss et des granites, le mercure natif du granite décomposé, le couzeranite et feldspath de certains calcaires modifiés,

les zéolithes et les agathes réunis dans les trapps et les basaltes, etc. D'une autre part, on connaît déjà plus de vingt espèces minérales dans la siénite zirconienne (1), et la richesse non moindre des pegmatites ou granites à albite (2). Les minerais de cérium, d'étain et de tantale sont plus fréquents dans le granite à albite que dans les autres roches de ce genre; tandis que la pyrite, une pseudomorphose complète du dichroïte, ainsi que plusieurs autres minéraux, se rencontrent dans ces dernières. De même le miascite de l'Oural (3) et les serpentines (4) offrent une série de minéraux, dont plusieurs sont propres à chacune de ces roches. L'euphotide, le trachyte, les phonolites, les dolerites et surtout les laves, empâtent ou renferment plus ou moins d'espèces particulières, dont l'association a quelquefois une origine évidente, vu la composition de ces roches, comme, par exemple, pour la natrolite des phonolites, la néphéline de certaines roches ignées, le péridot et l'amphigène des laves. Ailleurs, certains minéraux caractérisent certaines roches massives, comme, par exemple, l'épidote de certains porphyres, tandis qu'on ne voit pas ce minéral dans d'autres roches semblables d'âge différent.

Dans les roches schisteuses il suffira de nommer le schiste argileux avec ses macles, couzéranites, dipyres et amphiboles, avec ses chaux carbonatées, ses sulfures de fer, de plomb, de cuivre, de zinc et de mercure. Le schiste chloriteux offre, au contraire, le fer oxydulé, le fahlunite, le dichroïte, l'euclase, etc.; tandis que les roches talqueuses empâtent, en général, de l'actinote, de la tourmaline, de la topaze, du zircon, de l'émeri, du talc graphique, de l'automalite, de la chaux magnésifère, des pyrites, de l'or, du jade, etc. Les minéraux des micaschistes, des gneiss et des leptinites, comme ceux des divers grès et calcaires, pourraient être cités ici, si ce n'étaient des choses trop connues.

Je terminerai ce mémoire par une *récapitulation générale de la géogénie la plus probable des minéraux et des roches*, d'après nos connaissances actuelles.

Quels sont les minéraux et les minerais formés par la *voie aqueuse?* Dans la classe des sels, quelques espèces de notre groupe des sels proprement dits et presque tout notre groupe de minéraux salins. Dans la classe des métaux, cer-

(1) Ce sont les minéraux nommés sphène, éläéolite, woehlérite, pyrochlore, polymignite, leucophane, mosandrite, esmarkite, wernérite, thorite, ægyrine, ostranite, fluorine, analcime, mésotype, yttria phosphaté, molybdène sulfuré.

(2) Ce sont les minéraux nommés mica à lithine, quartz rose, amblygonite, tourmalines vertes et rouges, bérils colorés et incolores, zircon automalite, monazite, dichroïte gigantolite, yttrio-tantalite, gadolinite, allanite, uranite, etc.

(3) Ce sont les minéraux nommés amphibole, épidote, sodalite, davyne, apatite, zircon, corindon, pyrochlore, mengite, aeschnite, titanite, fer titané et urano-tantalite.

(4) Ce sont les minéraux suivants, savoir : fer chromé, diallage, asbeste, amianthe, grenat, idocrase, pyroxène, amphibole, spinelle, ilménite, talc, magnésite, brucite, kérolite, picrosmine, clintonite, stéatite, pimélite, marmolite, némalite, quartz, chrysoprase, chaux carbonatée magnésifère, fer oxydulé magnétique, pyrite arsenicale, prismatique, cuivre sélénié argental, etc.

tains oxydes, surtout des oxydes hydratés de fer et de manganèse; certains carbonates de fer, de cuivre, de zinc et de manganèse; certains carbonates silicatés (cuivre siliceux, malachite, etc.), et, en général, les minerais comme les minéraux à surface concrétionnée, ondulée, botryoïde ou en stalactites. Dans la classe des minéraux proprement dits, les quartz, les zéolithes, les minéraux hydratés et argileux; et dans celle des combustibles, certaines tourbes, des lignites, des houilles, des résines et du soufre.

Quels sont les minéraux et minerais formés par la *voie ignée?* Dans la classe des sels, quelques sels proprement dits (sulfate et hydrochlorate d'ammoniaque, sel marin). Dans la classe des métaux, la plupart des métaux natifs, surtout ceux qui ne se trouvent pas en sulfures dans la nature; les oxydules, certains oxydes; les sulfures, certains métaux arsenicaux, les molybdates, les chromates, les tungstates, les vanadates, les séléniures, peut-être quelques phosphates. Dans la classe des minéraux proprement dits, la plupart des minéraux métallifères, excepté le plomb gomme, nos groupes des gemmes, des grenats, des amphiboles, des micas, des feldspaths, des macles, des amphigènes, le diamant, certains soufres, bitumes, anthracites et graphites.

Les substances produites par la voie aqueuse ont été formées à froid ou à chaud; un certain degré de température a aidé, en général, à leur formation, et plusieurs n'ont été déposées que par des eaux thermales et minérales. Les espèces formées par l'eau, à la température environ du lieu du dépôt, seraient les suivantes, savoir: quelques sels proprement dits; dans le groupe des minéraux salins, des carbonates de chaux et de magnésie, de la sélénite; dans la classe des métaux, certains oxydes hydratés de fer et de manganèse, certains carbonates, peut-être certains carbonates siliceux, certains minéraux argileux, certaines tourbes, des lignites, des houilles, des résines, ainsi que du soufre. La formation de tous les autres minéraux et minerais exige un certain degré de température qui ne se trouve que dans les eaux thermales, à l'exception du cas des mines, où il se produit quelquefois une température factice par suite des travaux ou par suite de la décomposition de pyrites. L'acide carbonique des eaux minérales a été un des plus grands dissolvants et les alcalis de puissants aides.

Les minéraux et minerais *ignés* peuvent avoir été formés des manières différentes suivantes, savoir: par sublimation, par cristallisation de refroidissement ou de dévitrification, par métamorphisme de contact, ou par métamorphisme général ou latent.

Les espèces minérales sublimées peuvent se distinguer en celles qui ne sont que les produits d'une *distillation* opérée sur des minéraux déjà existants; celles qui sont des *sublimations véritables* des profondeurs du globe, et celles qui n'ont été formées qu'à l'aide du véhicule de *vapeurs aqueuses acides*.

Certaines naphtes et certains bitumes peuvent être regardés comme des *distillations* exercées par la chaleur souterraine sur des dépôts de combustibles,

des roches très bitumineuses, des calcaires ou schistes pétroliens, tandis que le caoutchouc minéral ne serait qu'un produit condensé du même genre, peut-être sous une certaine pression dans des cavités. Ceci n'exclut pas la possibilité de la production volcanique de quelques substances de toute pièce par des combinaisons gazeuses. J'ai aussi énoncé la possibilité que certain mercure coulant des dépôts récents, et même du plomb natif dans des trapps seraient aussi des cas de sublimation secondaire analogue à la distillation.

Les *sublimations véritables* comprennent certains métaux natifs, certains oxydules, oxydes et peroxydes métalliques, comme la litharge, le cuivre oxydé et le fer oligiste de nos volcans, des sulfures métalliques, les métaux arsenicaux, plusieurs minéraux métallifères surtout de la famille ferrifère, des espèces des groupes des gemmes, des grenats, des amphiboles, des micas et des feldspaths, certains soufres (soufre sélénié de Vulcano) et un très petit nombre de masses d'anthracite et de graphite. Les minéraux véritablement sublimés sont toujours dans des fentes grandes ou petites, ou au moins dans des druses ou vacuoles.

Il y a bon nombre de minéraux qui n'ont pu être produits que par l'*assistance de vapeurs chaudes aqueuses ou acides.* Ce sont environ les substances suivantes : Dans la classe des sels, les sulfates et hydrochlorates d'ammoniaque et le sel gemme ; dans le groupe des minéraux salins, les borates et fluates ; dans la classe des métaux, les molybdates, les chromates, les tungstates, les vanadates, les séléniures, les bromures et les métaux iodés ; peut-être aussi certains acides silicatés et même des phosphates ; du moins est-il certain qu'il faut y classer l'apatite, le lazulite et l'yttria phosphaté, quoique les autres phosphates salins n'y appartiennent pas. Dans la classe des minéraux, on doit ranger certains minéraux métallifères, par exemple, de la famille chromifère ; les gemmes à acides borique ou fluorique le dichroïte, certains micas, le diaspore, l'hydrargillite, certaines magnésies hydratées et, en général, quelques autres minéraux silicatés, en petite partie alcalins et contenant plus ou moins d'eau. Ces minéraux ne se trouvent dans ce cas que dans des filons, des fentes ou des cavités, c'est-à-dire qu'ils sont postérieurs au dépôt des roches contenantes.

Les minéraux et minerais *cristallisés par refroidissement* dans une pâte ignée, au contraire, sont toujours implantés ou disséminés dans les roches, dans leurs amas ou dans les filons. Ils sont assez nombreux et de formation contemporaine avec les roches qui les renferment. Ce sont environ les espèces suivantes, savoir : dans la classe des métaux, certains métaux natifs, comme l'or, le platine et leurs semblables; des oxydules, certains oxydes, comme ceux de titane, etc. ; certains sulfures, comme le molybdène sulfuré ; certains chromates de fer, dans la serpentine. Dans la classe des minéraux, plusieurs minéraux métallifères, surtout des familles titanifère, tantalifère et cérifère, des gemmes sans acides borique ou fluorique, des minéraux des groupes des grenats, des amphiboles, des micas, des feldspaths, des quartz hyalins et, en particulier, le groupe des amphigènes.

On voit donc qu'il y a des rapports assez grands entre ce genre de substances minérales et celles formées par la sublimation, surtout sèche; tandis que, d'un autre côté, les minéraux produits par la cristallisation ignée conduisent insensiblement à ceux dont la formation a demandé le concours de vapeurs chaudes ou même acides. La limite est quelquefois difficile à fixer. L'eau de certain minéraux, même formés par la voie ignée, est donc primordiale, tandis que d'autres n'ont admis que plus tard cette eau dans l'interstice de leurs molécules ou comme combinée réellement avec quelques uns de leurs éléments. Ce dernier cas a surtout lieu dans les minéraux et les minerais, dans les filons ou qui sont en filons. Quant à la dévitrification, c'est un procédé qui a eu lieu bien plutôt pour certaines roches que pour des minéraux.

Le *métamorphisme* a produit des minéraux au contact ou près du contact des roches ignées, mais souvent il a agi plus généralement par-dessous certains dépôts, sans qu'on s'aperçoive presque des masses éruptives. C'est cette ancienne idée que MM. Morlot et Cotta ont appelée dans ces derniers temps le *métamorphisme latent*. Si le métamorphisme de contact a été le promoteur et le créateur de beaucoup de minéraux dans les couches stratifiées, dans certaines, le voisinage de ces dernières a pu contribuer à engendrer des minéraux particuliers dans les roches plutoniques, ou, au moins, ces dernières ont pu être un peu modifiées dans ces endroits. C'est ce que M. Morlot a nommé le *métamorphisme inverse*, par opposition au *métamorphisme éverse* ou celui des roches neptuniennes. Le métamorphisme ne paraît pas avoir exigé toujours une très haute température, mais souvent un temps considérable; ses opérations successives principales ont été d'abord l'élévation de température et l'écartement des molécules, puis le jeu des affinités en même temps que l'établissement des courants thermo-électriques; enfin l'introduction des matières étrangères par jeu d'affinités, par sublimation, quelquefois avec des vapeurs acides ou aquo-siliceuses et quelquefois aussi avec perte de certains éléments. Les points brillants des schistes argileux conduisent aux macles des ardoises, mais sensiblement modifiées, comme le calcaire altéré près du basalte mène au calcaire semi-cristallin à cristaux de couzeranite ou de feldspath et, de là, au calcaire grenu avec divers beaux minéraux et minerais; les schistes maclifères passent aux micaschistes et aux gneiss, quelquefois encore fossilifères, quoique déjà avec des minéraux cristallisés étrangers; enfin on arrive aux gneiss pleins de ces derniers, et, de ceux-ci, aux roches granitoïdes et porphyriques à amas de minéraux et de minerais. Le phénomène reste le même, quelle que soit la grandeur du terrain. Telle est la doctrine si longtemps méconnue des géologues, alors même que je l'avais exposée en détail dans toutes ses phases et sous toutes ses formes dès 1824 (Voyez *Annales des sciences naturelles*, 1824, t. II, p. 417 à 423), et en partant naturellement du système de Hutton. Ce dernier ne pouvait avoir de son temps qu'une idée vague du métamorphisme par des observations isolées de métamorphisme de contact, et l'explication rationnelle de ce procédé

chimique, comme l'appréciation juste de toute son étendue lui étaient impossible, vu l'état des connaissances d'alors sur la chimie, le magnétisme et la géologie. J'ai eu le bonheur de vivre au milieu des progrès de ces sciences ; voilà tout mon avantage.

Les *minéraux produits par le métamorphisme* sont les suivants, savoir : parmi les minéraux proprement dits, d'abord, le groupe des macles, par excellence ; certains minéraux des groupes des micas, des feldspaths, des amphiboles, des grenats et même des gemmes ; certains minéraux métallifères, surtout de la famille ferrifère, comme le chamoisite ; dans la classe des métaux, certains sulfures (S. de cuivre, de plomb, d'arsenic, de mercure, etc.) ; des peroxydes, des oxydes et des oxydules ; certains métaux natifs ; dans la classe des sels, le lazulite, de la famille des phosphates ; certaines apatites des calcaires grenus, etc., par exemple, du sulfate de chaux et de l'hydrochlorate de soude ; enfin, dans la classe des combustibles, le diamant, certains graphites, certaines anthracites et les houilles. Il faut ajouter que le gypse métamorphique est un effet de la sortie des vapeurs sulfureuses et de leur rencontre avec du carbonate de chaux, tandis que le sel gemme de cette même classe serait un dépôt de vapeurs aqueuses salines, comme dans nos volcans (1). Les graphites et les anthracites sont le plus souvent des produits du métamorphisme de contact, tandis que le diamant semblerait être plutôt un accident de métamorphisme latent : pour les houilles, la chaleur terrestre n'a fait qu'aider à la métamorphose chimique des parties végétales dans ce combustible.

En appendice du métamorphisme de contact, on peut mettre le petit nombre de minéraux produits par les *pseudo-volcans*, ou les embrasements des couches de houille et de lignite ; savoir : certains sulfateset hydrochlorates d'ammoniaque, de l'alun, le fer oxydé bacillaire, l'acier natif, du soufre, les porcellanites, les grès décolorés ou ferrugineux rouges, et des scories terreuses.

Outre ces divers modes de formation, la nature inorganique en a encore plusieurs autres, et d'abord ceux qui résultent du jeu des affinités entre divers composés, et le plus souvent par des décompositions et recompositions doubles, ou bien à la faveur de la présence de l'air atmosphérique, de l'eau, de leur décomposition, et, en particulier, de leur acide carbonique et de leur oxygène. Ce sont des effets qui dépendent essentiellement d'actions électro-chimiques, où la lumière et, par conséquent, la température ont leur part d'action, comme l'a bien démontré M. Becquerel, en s'assurant en même temps que de très faibles forces électriques, longtemps continuées, suffisent pour produire des décompositions et

(1) M. Dufrénoy a proposé de distinguer les sels de ce genre d'avec ceux d'une autre origine, au moyen de phénomènes de polarisation lamellaire, semblables à ceux du verre ayant subi la trempe ; ce moyen serait bien applicable si d'autres accidents arrivés à ces dépôts de sel ne paraissaient pas pouvoir avoir produit le même effet optique (voyez son *Traité de minéralogie*, 1844, vol. I, p. 281).

recompositions chimiques complètes (Voyez son *Traité d'électricité et de magnétisme*, vol. V, p. 3, 5 et 6).

Dans une première classe de produits de cette espèce se trouvent d'abord les minéraux en efflorescence dont j'ai parlé ci-dessus (p. 31), certains sels sulfatés (alun, sel amer), les nitrates, les carbonates et les borates alcalins, du groupe des sels proprement dits; la famille des arséniates et certains carbonates, comme ceux de baryte, de strontiane, et la sélénite dans le groupe des minéraux salins. Dans la classe des métaux, on doit y comprendre certains métaux natifs, comme l'argent et le cuivre; dans quelques cas, certains oxydules, comme quelques oxydules de cuivre; des oxydes simples ou hydratés, quelquefois silicifères; des ocres; certains sulfures, comme celui de plomb, dans quelques cas particuliers, etc.; les sulfates, les hydrochlorates, quelques carbonates, les arséniates, et, au moins, beaucoup de phosphates; quelques minéraux hydratés et argileux, comme le kaolin, l'aluminite et certains soufres.

Une seconde classe est formée par les métamorphoses ou pseudomorphoses des minéraux que M. Haidinger a divisé géogéniquement, d'après le principe électrique, en anogènes et katogènes (Voyez *Bericht.*, etc., 1843, p. 88), et que M. Blum a distingué: 1° en celles par altérations produites par la perte de certains éléments; par exemple, le disthène, d'après la forme de l'andalousite, et quatre autres espèces; 2° en celles formées par l'admission d'éléments nouveaux; par exemple, le gypse, d'après l'anhydrite et neuf autres espèces; 3° en celles procréées par un échange mutuel d'éléments; par exemple, le jaspe, d'après l'amphibole et soixante-quatorze autres espèces; 4° enfin, en celles par remplacement complet des éléments, comme du quartz, d'après le spath fluor et soixante-treize autres espèces (Voyez *Die Pseudomorphosen des Mineralreichs*, 1843).

Ces substances, plus nombreuses qu'on ne le pense, et déjà au-delà de cent quatre-vingts espèces, se trouvent surtout dans les groupes suivants; savoir: dans le groupe des sels, le polyhalite, le sel gemme; dans le groupe des minéraux salins, des carbonates de chaux, l'arragonite, la chaux magnésifère, certains sulfates, comme la barytine, le gypse et l'anhydrite; dans la classe des métaux, des métaux natifs (cuivre); des oxydules (cuivre), des oxydes et des ocres (fer, manganèse, étain, etc.); des peroxydes (fer oligiste); des oxydes hydratés (fer, etc.); des sulfures (pyrites, galène, etc.); des sulfates, des carbonates (fer spathique, malachite); des carbonates siliceux (chrysocolle); dans la famille des métaux tungstatés, le tungstate de fer; dans la classe des minéraux proprement dits, le seul kakoxène peut-être; parmi les minéraux métallifères, des espèces des groupes des amphiboles, des micas, des feldspaths, des zéolithes (prehnite), des quartz; des minéraux hydratés (écume de mer, serpentine); des minéraux argileux (stéatite, cimolite, lithomarge, etc.). Quant aux minéraux ainsi altérés, ils se trouvent dans tous les groupes mentionnés et même encore dans ceux des gemmes (di-

chroïte), des grenats et des amphigènes, ainsi que des phosphates et arséniates métalliques.

Tout ce qu'on a caractérisé autrefois comme décomposition rentre dans ces deux classes de produits, dont on n'a pu commencer l'étude que depuis les nouvelles découvertes électriques et chimiques. Leur gisement, par excellence, est dans les filons ; il y en a moins dans les petits filons, et encore moins d'implantés dans les roches elles-mêmes, comme, par exemple, le pinite, pseudomorphose du dichroïte dans les granites, etc.

Une place particulière, dans la géogénie minéralogique, est occupée par les *pseudomorphoses où des substances minérales ont remplacé des matières organiques.* Ainsi, des particules charbonneuses, talqueuses ou pyriteuses, ou même de la galène, du sulfure de cuivre, ont été substitués aux parties végétales, à des feuilles et des graines de plantes. Puis, les parties ligneuses ou des bois ont été convertis en cristaux de quartz, en quartz résinite, en calcédoine, en silex, en fer oxydé-hydraté, en pyrite, en charbon minéral ou houille, en soufre, et plus rarement en chaux carbonatée, quelquefois à odeur de truffes (truffites). D'un autre côté, les coquillages et les polypiers ont été changés en dolomie ou sulfate de chaux, de baryte et de strontiane, en fluorine, en quartz ou calcédoine, en fer hydroxydé, en manganèse oxydé, en fer oligiste, en pyrites, en cinnabre, en fer phosphaté, en plomb carbonaté ou calamine, et en soufre. Les univalves et les échinodermes se sont plus souvent silicifiées que les céphalopodes ; tandis que les bivalves et les céphalopodes présentent surtout les autres métamorphoses de leur test. Les polypiers et les céphalopodes sont aussi dolomitiques ou pyriteux, ou changés en chaux carbonatée, mêlée de carbone et d'anthracérite. Il y a des entroques qui sont moitié de spath calcaire, moitié de fluorine. La manière dont la cristallisation a été modifiée par la texture du tissu organique a donné lieu à divers accidents ; par exemple, certains intérieurs d'échinidées offrent la structure de ruche d'abeilles en spath calcaire. On connaît les orbicules siliceuses des bivalves et d'autres fossiles, comme un mode de silicification particulier (Voyez MM. Brongniart, Virlet, etc.). Les coquillages fossiles ont été trouvés contenir de l'anthracite, du soufre, de l'apophyllite, des couzéranites, des pyrites, de la blende (dans des ammonites) et même de l'argent natif ; il est donc évident que ces dépôts et ces métamorphoses se sont faits, petit à petit, par remplacement moléculaire. Les coquillages donnent lieu aussi à des vides conservant leurs formes ; les moules extérieurs ou intérieurs sont spathiques ou siliceux, ou arénacés, ou simplement calcaires. Les ossements fossiles n'ont perdu que leurs parties animales, plus ou moins, et sont rarement colorés par le fer hydraté ou le carbonate de cuivre, ou le phosphate de fer.

Les *deux règnes organiques* donnent lieu aussi à des minéraux. Ainsi les végétaux fournissent, non seulement de l'alcali et un peu de silice, mais encore des matières bitumineuses, charbonneuses et résineuses, de manière que toute la classe des

minéraux inflammables en dériverait presque, si certains bitumes, anthracites et graphites n'avaient pas pu provenir d'actions ignées, et si le soufre n'était pas aussi un dépôt de gaz volcaniques, de vapeurs acides et d'eaux thermales.

D'un autre côté, les animaux fournissent de la silice, de la chaux, de l'acide phosphorique et fluorique, du phosphate de chaux, un peu de soufre et de bitume. Ainsi, toutes les roches bitumineuses n'ont pas pris ce caractère seulement par suite d'amas de végétaux. Dans ce cas serait, par exemple, le schiste à poissons de Bolca et de Seefeld, en Tyrol. Certains spaths fluors des calcaires tertiaires et secondaires, certaines phosphorites secondaires, sont des produits dérivés des os d'animaux; mais il est difficile de dire jusqu'à quel point on doit rapprocher de ce genre d'origine quelques minéraux de la famille saline des phosphates, comme la wagnerite, la wavellite, la turquoise. Quant au struvite, c'est évidemment un minéral dont les parties constituantes sont dérivées en bonne partie du règne animal.

Si les mollusques et surtout les foraminifères composent des roches calcaires entières, de gros céphalopodes en rendent d'autres amygdalaires. Les infusoires, de leur côté, ont donné lieu presqu'à eux seuls, avec leurs carapaces, à divers minéraux quartzeux, en particulier à des silex et à des jaspes.

Nous voyons donc que la géogénie des minéraux est une étude qui exige une attention particulière, vu que le même minéral peut être produit, et a été formé réellement assez souvent, de deux, trois ou même quatre manières différentes. La géogénie des roches est plus simple. Voici en peu de mots leurs principaux modes de formation.

Les roches sont d'origine neptunienne ou plutonienne. Les premières sont des *sédiments* ou des *précipités chimiques*, ou bien ces deux modes se sont trouvés réunis. Pour les dépôts chimiques, il a fallu le plus souvent l'assistance d'eaux minérales, thermales, acidules ou ferrugineuses. Les incrustations ou dépôts par infiltration sont une dépendance de ces derniers précipités.

Les *sédiments* se distinguent en ceux qui sont simplement le produit d'un charriage mécanique, et ceux qui résultent de la chute des matières volcaniques dans les eaux ou de l'arrivée de matières étrangères au milieu d'elles, soit par les eaux torrentielles des volcans, soit par l'éjaculation. Assez souvent ces dépôts ont éprouvé des infiltrations aqueuses et ont été traversés par des gaz ou des eaux acides, même ferrugineuses et siliceuses, ce qui a donné lieu à un travail chimique secondaire. Partout la pression les a tassés et consolidés, et leurs dérangements actuels sont des accidents de glissement, de tassement, de redressement et de fendillement.

Les roches *plutoniques* se partagent en *roches ignées proprement dites* et en *roches métamorphiques*. Les premières sont injectées, ou en coulées, ou en sublimation. Les injections de toute espèce sont accompagnées plus ou moins de brèches, débris des roches traversées. Les coulées sont associées avec des agrégats volcani-

ques divers. Les sublimations sont surtout dans des fentes ou en amas.

Les roches *métamorphiques* sont divisées en formation de contact près des roches ignées, et en formation générale ou latente; de plus, le métamorphisme de contact ou éverse devient quelquefois inverse; la nature des roches neptuniennes ayant un peu influé sur celle des roches plutoniques non loin de leur contact réciproque. Ce dernier cas a lieu le plus souvent par mélange et est, en général, peu considérable.

Les roches *pseudo-volcaniques* sont des matières arénacées ou argileuses décolorées par des vapeurs sulfureuses ou fortement colorées par des oxydes de fer, tandis que d'autres parties sont cuites ou vitrifiées, en entier ou à demi, et scorifiées. La chute de la foudre vitrifie aussi la surface de certaines roches; elle fond, par exemple, l'amiante et couvre le granite d'une couche vitreuse verdâtre, en même temps qu'elle forme dans le sable des vitrifications branchues, les *fulgurites*.

D'une autre part, le vent, la neige, les glaces flottantes et les glaciers, ainsi que l'action chimique de l'air et de l'eau, et leurs variations de température, ont donné et donnent lieu à certains dépôts ou en ont modifié et déplacé d'autres. Je fais allusion ici aux dunes, aux moraines, aux blocs erratiques et aux débris provenant de la destruction superficielle des roches. Des procédés électro-chimiques semblables à ceux qui ont produit les méta ou pseudomorphoses, ont pu varier et changer même des masses minérales entières, comme on l'a déjà prouvé pour certaines dolomies, certains grès ou marnes offrant les formes du sel gemme (Voyez Haidinger, *Naturwiss. Abhandl. de Vienne*, 1847). De plus certaines actions électriques ont pu être assez fortes pour produire même des ruptures ou fentes.

Les *sources minérales* sont liées la plupart à la haute température que conserve encore l'intérieur du globe, ou au moins aux opérations chimiques qui ont lieu sous la première croûte refroidie du globe, pellicule que je me figure cachée partout à nos yeux. Quelques sources minérales peuvent bien prendre leurs ingrédients étrangers près de la surface terrestre, mais c'est le plus petit nombre. Dans cette catégorie, sont quelques sources hydrosulfureuses et ferrugineuses provenant de la décomposition de pyrites, et quelques sources acidules et salines très faibles; mais le laboratoire plutonique a élaboré toutes les véritables eaux thermales avec ou sans hydrogène sulfuré, acide carbonique, azote, divers sels alcalins, de la silice, de la baryte, de la strontiane, du fer, du manganèse, de l'iode, du brome, de l'acide fluorique, etc. Naturellement, leur température et leurs parties gazeuses varient beaucoup, suivant le trajet à parcourir; quelquefois elles doivent aussi, en traversant certaines roches, se charger d'éléments nouveaux, ou ces derniers peuvent y produire de nouveaux composés, etc. Voilà ce qui masque le plus l'origine profonde des eaux minérales dont le principal agent a été le calorique. A la vue des mofettes des régions volcanisées, vouloir nier

l'origine ignée des eaux acidules, en général, pour n'y voir qu'un accident des lignites tertiaires, comme l'a fait M. Liebig, paraît une méprise causée par le manque des connaissances géologiques (Voyez sa Chimie). Tous les volcans n'ont pas, comme le Vésuve, une base calcaire ; autant vaudrait mettre les volcans en parallèle avec les pseudo-volcans.

Comme une dépendance intéressante des sources minérales, apparaissent les *salses* qui exhalent de l'hydrogène carburé, rejettent de l'eau salée, de la boue, du bitume et du naphte, phénomènes qui se rattachent peut-être à certaines formations salifères des anciens temps géologiques.

Les *règnes organiques* ont produit et forment encore diverses roches, savoir : les végétaux des amas de combustibles et de résines de toute espèce ; les animaux mammifères des brèches osseuses ; les foraminifères, des mollusques bivalves et univalves, et surtout les polypiers ; des roches calcaires de diverses structures, et les infusoires différentes roches siliceuses. Vu la présence de ces petits êtres, surtout même dans l'air, il n'est pas étonnant d'en trouver dans les dépôts de cendres volcaniques et les tufas de ce genre ; on en pourra même découvrir dans quelque roche ignée, même trappéenne, par suite de l'infiltration aqueuse que ces produits ont subie ; mais la raison du géologue se refuse à croire à la possibilité de leur existence dans la pâte non remaniée des roches ignées.

Arrivé à la fin de ma thèse, je m'attends à l'objection ordinaire des chimistes : vous cherchez à expliquer tout, mais vous ne prouvez rien par des expériences dans le laboratoire. Avoir des notions de chimie, collecter des faits chimiques et pratiquer cette science, sont des choses très différentes. La géologie est, comme la physique, une science d'observation ; elle rassemble des faits, les coordonne, et tâche de les expliquer les uns par les autres. Si ces observations sont justes et bien employées, n'en déplaise à messieurs du laboratoire, nous sommes presque plus sûr de notre explication qu'eux de leurs analyses, parce qu'ils ne peuvent prétendre connaître encore tous les corps élémentaires, et que nous pouvons avoir une masse de faits telle qu'il n'y ait qu'une explication possible. Il peut même arriver que cette dernière précède des découvertes chimiques non encore faites. Est-ce que la théorie n'a pas conduit Ampère à des lois électro-dynamiques, dont il était si certain qu'il ne se donnait pas la peine de les prouver par des expériences (voy. *Bibl. univ. de Genève*, 1845, vol. 58, pag. 329) ? Est-ce que M. Leverrier n'a pas découvert Neptune sans avoir eu besoin de lunette ? Il en est à peu près de même pour la géogénie en géologie ; ses théories rationnelles ont précédé leur admission par les chimistes : témoins leurs erreurs sur l'origine du vulcanisme, leurs doutes sur le métamorphisme de contact, leur rejet du métamorphisme général. Sans parler des défunts, des Lehmann, Murray, etc., n'avons-nous pas vu encore dernièrement M. Fuchs nous offrir, comme ses prédécesseurs, et malgré son haut savoir, une géogénie absurde, parce qu'elle contredit

toutes les observations rationnelles en géologie (1). Après tout, nous pouvons bien leur pardonner, car, vu l'état minutieux des connaissances, celui qui se dit universel cherche à se tromper lui-même : qui trop embrasse mal étreint; mais cela doit apprendre aux chimistes à nous croire plus sur parole et à ne pas mettre nos théories fort au-dessous des leurs, puisque tant de leurs belles conceptions sont tombées dans l'oubli. Pour faire de la chimie expérimentale, il faut avoir des laboratoires, des instruments délicats; quelques professeurs géologues en ont seuls à leur disposition. Demander de pareilles choses aux autres géologues est encore plus irrationnel que d'exiger des descriptions de fossiles de quelqu'un qui n'a pas de collections comparatives à sa disposition. La division du travail est la seule possibilité humaine actuellement; mais les spécialités ne doivent pas s'isoler orgueilleusement : s'entr'aider est leur devoir. Que ceux qui ont des laboratoires veuillent donc vérifier les théories géologiques.

Qu'on me permette encore une observation générale, peu consolante pour ceux qui veulent ne se rendre compte de ce qui existe que par ce qu'ils voient, et qui croient de toute impossibilité physique que le monde actuel ait pu être autrefois tout autre que nous le voyons. Que vaudrait en effet cette opinion si tout notre système planétaire était réellement en route vers des régions nouvelles, et s'il y avait un soleil central entouré de systèmes innombrables semblables au nôtre (2), ou même des groupes de systèmes subordonnés dont le nôtre ne serait qu'un atome? Un tel arrangement ne pourrait-il pas exister à l'insu des astronomes, qui ne connaîtront jamais qu'une petite partie de l'espace? Dans ce cas, ne pourrait-on pas supposer que notre terre pût arriver un jour dans des parties de l'espace où seraient agissantes de tout autres forces comme de tout autres éléments. La température des espaces ne peut-elle pas et ne doit-elle pas être naturellement très inégale, comme l'a déjà supposé Poisson (*Théorie mathém. de la chaleur*, 1835, et *Ann. de phys. et de chim.*, 1837, vol. 64)? De cette manière, ce qui est impossible dans notre monde actuel ne pourrait-il pas devenir possible dans un avenir inconnu? Si notre terre avait déjà fait plusieurs fois ces longs voyages, ne trouverait-on pas là des explications pour les secrets de la nature inorganique : comme la différente activité de son intérieur dans les temps anciens et modernes, la cause de l'étendue plus ou moins grande des glaciers à une époque comparativement récente, celle du sillonage en grand de la surface terrestre, celle de la distribution des blocs erratiques, etc.? Ne pourrait-on pas encore se rendre compte, mieux qu'on n'a pu essayer de le faire jusqu'à présent, de l'acte de création des espèces végétales et animales, de leur anéantissement après un temps limité et défini pour chaque espèce, et de leurs apparents renouvellements successifs, qui ne deviendraient peut-être que des cas de métamorphoses dépendants

(1) *Uber die Theorien der Erde*, etc., Munich, 1844, in-8°.
(2) Voyez Maedler, *Die central Sonne*, 1846 et 1847; Jahn, *dito*, 1846, etc.

des milieux ambiants divers, comme on en voit encore en zoologie et en botanique? ou bien ne devrait-on pas penser avec Brocchi (*Conchyl. fossil.*, 1814), Robert Owen, Lyell, Herm. de Meyer (*Zur Fauna der Vorwelt*, 1847, cah. 1), etc., que l'extinction de tant d'animaux et de plantes n'est résultée surtout que de ce fait, que dans ces deux règnes chaque espèce, de même que chaque individu, subit une loi de développement et de mort à laquelle elle ne saurait se soustraire, bien que des circonstances particulières aient pu faire périr quelquefois certaines espèces avant le temps assigné par la nature lors de leur création? L'existence de tout ce qui est ne serait dès lors que provisoire, comme tout nous le dit et nous porte à le croire; mais dans ces voyages à travers les espaces, on pourrait entrevoir aussi pour notre globe un moyen lent et insensible de reconstruction des organismes éteints, de même qu'une modification incessante des combinaisons inorganiques, une sorte de *retrempe*, si j'ose m'exprimer ainsi; d'où résulterait la possibilité de sa durée éternelle. Dans tous les cas, cette fonction inévitable paraît dévolue à des phénomènes astronomiques et physiques.

III.

DESCRIPTION

DE

NOUVEAUX FOSSILES MICROSCOPIQUES

DU

TERRAIN CRÉTACÉ INFÉRIEUR DU DÉPARTEMENT DE LA HAUTE-MARNE,

PAR J. CORNUEL.

Il serait à désirer, dans l'intérêt de la géologie, que les fossiles microscopiques des couches crétacées inférieures fussent recherchés sur une grande étendue de leurs affleurements, et soumis à une étude comparative analogue à celle à laquelle s'est livré M. Alcide d'Orbigny pour les Foraminifères de la craie blanche. Mais ces couches, ordinairement cachées sous des dépôts d'origine soit diluvienne, soit alluviale, ou sous leurs propres détritus, ne se montrent à nu qu'en peu d'endroits, ou dans un petit nombre d'exploitations et de ravins peu considérables. Elles ont, pour la plupart, peu d'épaisseur. Prises même dans leur ensemble, elles sont loin d'atteindre la puissance de la craie proprement dite. Enfin, leurs éléments et leur mode de formation n'ont pas toujours favorisé la conservation des restes organiques fragiles ou de petite dimension. Ces circonstances rendraient donc les recherches longues et difficiles pour celui qui voudrait les entreprendre seul, et les résultats utiles pourraient se faire longtemps attendre. Comme le but pourra être un jour atteint par la réunion et la comparaison de monographies qui seraient dressées pour d'autres contrées favorables à l'étude du même sujet, je vais décrire ce que j'ai recueilli de nouveau en fossiles microscopiques des environs de Wassy.

PREMIÈRE PARTIE.

ENTOMOSTRACÉS.

Afin de mieux rattacher cette partie à mon précédent travail sur les entomostracés (*Mémoires de la Société géologique de France*, 2e série, t. Ier), je rappel-

lerai, à la place qui leur appartient, les noms des espèces et des variétés déjà décrites.

Genre : Cythérée. — *Cythere*, Latreille.

1re espèce. Cythérée amygdaloïde. — *Cythere amygdaloides*, Nob. (1).

1re Variété. Cyth. amyg. var. cylindrique. — *Var. cylindracea.* Nob.

2e Variété. Cyth. amyg. var. pyriforme. — *Var. pyriformis.* Nob.

3e Variété. Cyth. amyg. var arquée. —*Var. arcuata.* Nob.

4e Variété. Cyth. amyg. var. courte. — *Var. brevis.* Nob.

Elles sont toutes décrites dans le mémoire cité.

5e Variété. Cyth. amyg. var. large. — *Var. lata.* Nob.

Planche 1re, fig. 2, 3, 4.

Cette variété qui, comme les précédentes, a ses deux valves inégales, se distingue des autres en ce qu'elle est plus large ou plus épaisse, d'un côté à l'autre, vers l'extrémité postérieure que vers l'extrémité opposée. Les valves, marquées çà et là de quelques petits points creux, sont proéminentes, mais à bords rentrants, à la partie inférieure, depuis l'extrémité postérieure jusqu'au-delà du milieu du test; ce qui donne à celui-ci, vu par bout, un aspect cordiforme. La lame pectorale est entièrement cachée, et n'est accompagnée d'aucun sinus apparent lorsque les deux valves sont réunies.

Longueur : un millimètre.

Rare à l'état complet. Valves détachées plus communes.

6e Variété. Cyth. amyg. var. picotée. — *Var. punctulata.* Nob.

Planche 1re, fig. 5, 6.

Elle ne diffère du type de l'espèce, et surtout de la variété précédente (*var. lata*) que par les nombreux petits points rentrants, semblables à des piqûres, qui couvrent sa surface. Ces points diminuent toutefois en nombre et en profondeur à l'extrémité postérieure.

Longueur : un millimètre.

Assez rare.

2e espèce. Cythérée aiguë. — *Cythere acuta*, Nobis.

Planche 1re, fig. 7, 8, 9.

Valves minces, lisses, égales, arrondies à une extrémité et en pointe à l'autre, allongées et un peu courbées en forme de faulx. Test étroit et peu élevé.

Longueur : trois quarts de millimètre.

Très rare.

(1) La figure 1, planche 1re, qui se rapporte à cette espèce, est donnée pour remplacer la figure 4 du précédent Mémoire, qui a été mal reproduite par la lithographie.

VARIÉTÉ. Cyth. aig. var. droite. — *Var. recta.* Nob.

Planche 1re, fig. 9 a.

La figure représente l'intérieur d'une valve détachée, d'apparence cornée, seul exemplaire que je possède de cette forme, et sur lequel je ne distingue aucune trace de charnière. Cette pièce unique ne me suffit pas pour créer une espèce nouvelle, tant est grande la mutabilité de forme du test des entromostracés dont je m'occupe.

Le sujet figuré appartiendrait au dernier âge de l'espèce, car il a un millimètre et demi de longueur. Ses deux côtés sont droits; son extrémité arrondie est creusée et ferait supposer que, si le bord correspondant de l'autre valve n'était pas relevé d'une manière anomale, la carapace entière était bâillante au bout le plus large.

3e ESPÈCE. Cythérée auriculée. — *Cythere auriculata*, Nobis.

Dans la description de cette espèce, j'ai mentionné comme inconnus la charnière et les détails intérieurs. Depuis, je suis parvenu à réunir des valves isolées posées sur les plaquettes de manière à me fournir ce que je n'avais pu rencontrer. Il résulte de leur examen que les caractères de la charnière, un peu variable, du reste, suivant la forme et l'âge des individus, sont ceux qu'indique la figure 13 de la planche du mémoire précédent, et que l'oreillette, que j'avais rapportée à la partie pectorale de la carapace, appartient au contraire à sa partie dorsale; de sorte qu'il faut inverser les figures 16 et 18 de la même planche pour connaître la position naturelle des sujets qu'elles représentent.

L'espèce que j'ai indiquée avec hésitation sous le nom de *Cythérée harpe* ne doit donc pas être conservée. Le sujet qui s'y rapporte appartient, par suite des nouvelles comparaisons que j'ai faites, à la *Cythérée auriculée var. simple.*

Les reliefs extérieurs de la Cythérée auriculée ne sont ordinairement pas accusés, à l'intérieur, par des creux aussi prononcés. Quelquefois même ces creux sont à peine sensibles; ce qui nous annonce que les valves n'ont pas une épaisseur uniforme dans toutes leurs parties.

1re VARIÉTÉ. Cyth. auriculée var. semi-marginée. — *Var. semi-marginata.* Nob.

Cette variété vient la première après le type de l'espèce, par suite de ce qui va être dit au sujet de la variété suivante. La position de sa charnière est suffisamment indiquée par les observations qui précèdent.

2e VARIÉTÉ. Cyth. auric. var. simple. — *Var. simplex.* Nob.

Planche 1re, fig. 10, 11.

J'ajouterai à la description donnée précédemment, que le bord des valves est renflé en forme de bourrelet à leur extrémité la plus étroite, où il devient ordinairement plat.

Cette variété, dont la plus grande longueur paraît s'arrêter à deux tiers de millimètre, n'atteint pas, par conséquent, les dimensions de l'espèce principale. D'un autre côté, dans le jeune âge, elle est lisse; adulte, elle se couvre de rugosités tuberculeuses, qui se changent en rides dans la vieillesse. C'est à ce dernier état de la variété *simple* que se rapporte ce que j'ai décrit sous le nom de *Cyth.*

auric. var. ridée, ainsi qu'un nouvel examen me l'a fait reconnaître. En sorte qu'on peut établir les deux sous-variétés suivantes :

a. Rugoso-tuberculeuse. . . . *Rugoso-tuberculata.*
b. Ridée. . . . . *Rugosa.*

Ces modifications de forme qui suivent l'âge du test, excluent l'idée que la variété simple ne serait que le jeune de l'espèce type. Au contraire, elles porteraient plutôt à en faire une espèce distincte. Mais pour adopter ce dernier parti et rompre ainsi les rapports spécifiques qui résultent de la forme générale, il faudrait pouvoir se fonder sur des différences marquées dans les caractères de la charnière ; et je n'ai pas encore ces caractères pour la variété dont je parle en ce moment.

4e ESPÈCE. Cythérée sculptée. — *Cythere sculpta*, Nobis.

Elle est décrite dans le mémoire cité (1).

5e ESPÈCE. Cythérée inverse. — *Cythere inversa*, Nobis.

Planche 1re, fig. 12, 13, 14.

Valves égales, lisses, plus étroites à une extrémité qu'à l'autre. Bords saillants et aplatis tout autour, surtout aux deux extrémités. Partie bombée des valves divisée transversalement par un sillon profond, qui s'étend depuis un des bords jusqu'au centre, où il se partage en deux autres plus courts et beaucoup moins prononcés. L'ensemble de ces sillons prend tantôt la forme d'un T, tantôt celle d'un Y.

Longueur : trois quarts de millimètre.

Très rare.

VARIÉTÉ. Cyth. inv. var. imitative. — *Var. imitans.* Nob.

Planche 1re, fig. 15.

Mêmes caractères que ceux de l'espèce principale. Surface couverte partout de petits points rentrants en forme de piqûres, comme dans la *Cyth. amyg. var. picotée*, mais encore plus nombreux et plus rapprochés que dans celle-ci ; ce qui donne aux parties du test qui séparent ces points une forme un peu tuberculeuse, et au test entier une forme un peu chagrinée.

Longueur : trois quarts de millimètre.

Très rare.

Dans l'espèce, comme dans sa variété, il y a quelques déviations de forme chez certains individus ; mais ces déviations n'ont, jusqu'à présent, rien présenté d'assez constant ni d'assez caractéristique pour permettre de les distinguer par des dénominations particulières.

Observations communes à toutes les espèces.

Le gisement des nouvelles espèces et de leurs variétés est le même que celui des espèces décrites en premier lieu ; c'est-à-dire qu'on les trouve toutes dans les pla-

(1) Dans la figure 21 de la planche du premier Mémoire, le lithographe a oublié de reproduire une ligne d'ombre à côté du bord d'une des valves ; de sorte que le dessin ne représente pas la dépression indiquée dans le texte.

quettes-calcaréo-sableuses de la partie supérieure de l'argile ostréenne de Wassy. La découverte des Foraminifères qui les accompagnent dans ces plaquettes confirme surabondamment le choix que j'ai fait, lorsque, m'occupant de la détermination du genre, j'avais à opter entre les Cythérées et les Cypris.

Revue des espèces et des variétés.

J'ai fait connaître cinq espèces de Cythérées fossiles de la craie inférieure, toutes très distinctes et bien caractérisées. Ce sont les *Cyth. amygdaloïde*, *aiguë*, *auriculée sculptée* et *inverse*.

La Cythérée *amygdaloïde* est unie comme la Cythérée *aiguë*. Mais la première est large ; elle a les valves inégales et tous ses contours arrondis. La seconde, au contraire, a les valves égales ; elle est étroite, et se termine en pointe à une de ses extrémités.

La forme se complique davantage dans les Cythérées *auriculée* et *inverse*. Toutefois, ces deux dernières diffèrent entre elles, notamment en ce que la dépression du milieu des valves est longitudinale dans l'une, et transversale dans l'autre.

Quant à la Cythérée *sculptée*, sa forme est encore plus compliquée que celle des deux précédentes, et n'a rien qui soit comparable à aucune des autres espèces.

Je passe aux variétés auxquelles j'ai donné des noms.

Elles sont assez nombreuses, parce que, chaque mue renouvelant le test, deux causes principales ont dû concourir à les produire : l'une est la constitution, et l'autre est l'âge de l'animal pris individuellement.

Dans la Cythérée amygdaloïde, où les caractères fixes sont la charnière, le mode d'emboîtement et l'inégalité des valves, les variétés *cylindrique*, *pyriforme*, *arquée* et *courte* seraient des variétés de forme dues à la première de ces causes. Les autres seraient l'effet de la seconde. D'après ce que j'ai remarqué jusqu'à présent, il n'y a ni taches ni points dans le jeune âge, lorsque les individus n'ont qu'un demi-millimètre. Les taches ne se montreraient que chez les adultes, c'est-à-dire à deux tiers de millimètre ; et elles feraient place à des points rentrants, lorsque le sujet, devenu vieux, atteint 1 millimètre.

Je n'ajouterai rien à ce que j'ai dit d'une variété de la Cythérée aiguë.

Dans la Cythérée auriculée, la variété *semi-marginée* tient également à la première cause. Il en est de même de la variété *simple*, si la découverte ultérieure des caractères de sa charnière n'en fait pas, un jour, une espèce distincte. Quant à ses sous-variétés *rugoso-tuberculeuse* et *ridée*, il est évident, à en juger par leurs grandeurs relatives, qu'elles sont l'effet de l'âge.

Enfin, dans la Cythérée inverse, on remarque bien que la forme de la variété imitative est à son espèce type ce que la Cythérée amygdaloïde, var. picotée, est à la sienne. Cependant, je ne puis dire si cette variété *imitative* est une modification

due à l'âge plutôt qu'à tout autre état de l'animal; car je n'en ai encore rien recueilli qui dépasse les dimensions des individus lisses de son espèce.

Quoi qu'il en soit du plus ou du moins d'importance des variétés et de leurs causes génératrices, j'ai cru devoir les distinguer par des dénominations particulières, d'abord pour faciliter les descriptions et les rendre moins vagues, et ensuite parce que, n'ayant que des tests à classer, il m'a paru rationnel d'en faire nettement ressortir toutes les dissemblances.

Dans son *Histoire naturelle des crustacés*, publiée pour faire suite aux œuvres de Buffon, M. Milne Edwards décrit dix espèces de Cythérées vivantes, dont deux sont sans indication de localité, deux proviennent des côtes du Danemarck, et six des côtes de l'Ecosse. Toutes ont des formes simples. Si on leur compare la petite faune de Cythérées fossiles que j'ai recueillie, on trouve que, sur les cinq espèces qui la composent, deux seulement ont une forme simple, les trois autres en ayant une compliquée. Cette différence tient probablement à celle des latitudes; le luxe des formes des animaux marins (comme celui des couleurs quand il s'agit d'êtres vivants), augmentant, toutes choses égales d'ailleurs, à mesure que l'on s'avance des régions froides vers les régions chaudes. Il ne paraît même pas trop hasardé d'ajouter que les Cythérées fossiles de la Haute-Marne ont dû vivre sous une température plus élevée que celle que possède maintenant cette localité. La mer où elles se développaient formait un grand golfe limité, du côté du midi, par ce que l'on appelle la montagne de Langres et par la Côte-d'Or, mais abrité à l'est par les Vosges, et au nord par les Ardennes et le Hundsruck. On comprendrait d'ailleurs difficilement que cette région n'eût pas joui alors d'une température assez chaude, lorsqu'on trouve, parmi les fossiles qu'elle recèle, et qui sont précisément de ce temps-là, des débris assez nombreux et bien reconnaissables de ces grands sauriens, tels que crocodiles et gavials, qui ont tant de rapports, les uns avec les crocodiles de l'Égypte, et les autres avec les gavials de l'Inde.

SECONDE PARTIE.

FORAMINIFÈRES.

La plupart des espèces dont je vais donner la description accompagnent les Entomostracés, dans les plaquettes ou petites lumachelles que forment ceux-ci au sein de l'argile ostréenne. Le dire ainsi, c'est annoncer qu'ils y sont moins nombreux que les Cythérées. Plusieurs offrent cette particularité remarquable, que leurs coquilles, ordinairement transparentes, ont leurs loges remplies d'hydroxide de fer; ce qui leur donne un assez joli aspect, et permet de les décrire et de les figurer avec plus de précision.

L'argile que je cite n'a conservé entiers que les Foraminifères, les Cythérées,

les Ostracés, les Serpules, de petits Polypiers et des débris de Spatangues, d'Ophiures et de poissons. Les autres fossiles y ont été dissous et ne se présentent qu'à l'état de moules.

M. Alcide d'Orbigny a annoncé l'absence de trois ordres de Foraminifères dans la craie blanche du bassin de Paris (1). Ce sont les Monostègues, qui ne commenceraient qu'avec les terrains tertiaires supérieurs; les Agathistègues ou Milioles, qui n'apparaîtraient qu'avec les couches tertiaires les plus basses; et les Entomostègues, que l'on trouve déjà dans la craie supérieure de Maëstricht.

La craie à silex du département de l'Aisne, et les marnes qui y représentent la craie tufau, ne renfermeraient rien non plus qui se rapportât à aucun de ces trois ordres, à en juger par les listes de fossiles dressées par M. d'Archiac (2).

Mes recherches ont eu, jusqu'à présent, le même résultat négatif pour le terrain néocomien de la Haute-Marne.

Quant aux rapports et différences que les faits positifs établissent entre ces trois terrains, je les mettrai en relief au moyen du tableau qui suit.

ORDRES.	TERRAIN CRÉTACÉ INFÉRIEUR (néocomien) DE LA HAUTE-MARNE.	CRAIE DU DÉPARTEMENT DE L'AISNE, SUIVANT M. D'ARCHIAC.			CRAIE BLANCHE DU BASSIN DE PARIS, SUIVANT M. D'ORBIGNY (3).			
		Espèces des marnes de Chaudron et de Vervins, représentant la craie tufau.	Espèces de la craie blanche à silex de Landouzy-la-Cour.	Nombre total des espèces.	Espèces de Sens.	Espèces de Meudon.	Espèces de St-Germain.	Nombre total des espèces.
Stichostègues. . . .	12	15	4	19	13	15	7	20
Hélicostègues. . . .	6	14	5	16	18	19	22	30
Énallostègues (4). .	2	2	»	2	1	4	3	4

Les Enallostègues paraissent être rares dans toute la série crétacée; tandis que les Stichostègues et les Hélicostègues y sont comparativement abondants. Les Hélicostègues iraient en augmentant progressivement du terrain néocomien à la

(1) Voir son Mémoire sur les Foraminifères de la craie blanche du bassin parisien, dans les *Mémoires de la Société géologique de France*, 1re série, tome IV, 1re partie.

(2) Voir sa Description géologique du département de l'Aisne, dans les *Mémoires de la Société géologique de France*, 1re série, tome V, 1re partie, pag. 200 et 205 du Mémoire, ou 328 et 333 du volume.

(3) Dans cette partie du tableau, extraite du Mémoire de M. d'Orbigny, j'ai rectifié, à l'aide de la partie descriptive de son travail, quelques erreurs de chiffres commises sans doute par le typographe.

(4) M. d'Orbigny a signalé le genre Textulaire à Vendœuvre, sur le prolongement de nos affleurements néocomiens, à quatre myriamètres et demi de Wassy.

craie blanche. Pour les Stichostègues, si l'on ne considérait que les sommes des espèces découvertes dans chacun des trois terrains mis en parallèle, on trouverait aussi un indice de progression. Mais si, au contraire, on fait une comparaison de localité à localité, ce qui me paraît plus exact, on trouve que le terrain néocomien de Wassy, les marnes de Chaudron et de Vervins, la craie blanche de Sens et celle de Meudon donneraient des nombres peu différents, qu'il y aurait d'ailleurs infériorité numérique des espèces pour les craies de Landouzy-la-Cour et de Saint-Germain, et qu'ainsi la progression n'existerait pas. Enfin, dans le terrain néocomien, les Stichostègues seraient plus nombreux que les Hélicostègues. Ce serait l'inverse qui aurait lieu pour la craie blanche. Et le point d'équipollence numérique de ces deux derniers ordres se rencontrerait dans les couches de la craie tufau, et peut-être au point de contact de cette dernière avec la craie à silex.

Les marnes de l'Aisne sont intermédiaires entre le terrain néocomien et la craie blanche, mais plus rapprochées de celle-ci que de celui-là ; et l'on voit que, par le nombre de leurs espèces des trois ordres, ces marnes formeraient, entre les deux terrains extrêmes, une transition tout-à-fait en rapport avec la position géologique qu'elles occupent.

Une partie des observations qui précèdent peut être confirmée, en procédant par élimination des espèces rares, et par comparaison des espèces communes. Je dis une partie ; car M. d'Archiac n'a pas mentionné le degré d'abondance des espèces qu'il a recueillies dans le département de l'Aisne; et M. d'Orbigny s'est peu expliqué sur ce point, au sujet des Enallostègues, ce qui laisse penser qu'il ne les a trouvés qu'en petit nombre. Le travail de ce dernier géologue, plus explicite pour les deux autres ordres, me permet d'établir la statistique suivante :

ORDRES.	ESPÈCES communes DU TERRAIN CRÉTACÉ INFÉRIEUR (NÉOCOMIEN) DE LA HAUTE-MARNE.	ESPÈCES COMMUNES DE LA CRAIE BLANCHE DU BASSIN DE PARIS.			
		Espèces de Sens.	Espèces de Saint-Germain.	Espèces de Meudon.	Total des espèces communes de la craie blanche.
Stichostègues. . . .	5	6	1	1	6
Hélicostègues. . . .	2	9	9	12	15

Ces nouveaux rapprochements confirment ce que j'ai dit de l'augmentation du nombre d'espèces des Hélicostègues en allant du terrain néocomien à la craie blanche, et font ressortir l'état à peu près stationnaire que les Stichostègues paraissent avoir conservé depuis la base jusqu'à la limite supérieure du terrain crétacé. Ils mettent aussi en évidence que la craie de Sens, plus voisine de la Haute-Marne que celle de Saint-Germain et de Meudon, est celle où la faune des Foraminifères se rapproche le plus des Foraminifères néocomiens de Wassy. Cette dif-

férence entre la faune de Sens et celles de Meudon et de Saint-Germain dépend-elle du point de la couche crayeuse qui a été exploré dans chacune de ces localités? Disparaîtra-t-elle après de nouvelles recherches? Ou bien la proportion qui existe pour les espèces connues, et aussi relativement à leur degré d'abondance, se maintiendra-t-elle pour les espèces qui seraient ultérieurement découvertes dans les diverses formations mises en comparaison? C'est ce que l'on ne peut dire. Aussi les tableaux qui précèdent sont-ils donnés, non comme l'expression d'une vérité absolue, mais seulement comme l'analyse des faits actuellement connus. Quoi qu'il en soit, on ne doit pas perdre de vue que le sol de Sens et celui de Wassy ont appartenu successivement au littoral du bassin parisien, tandis que le sol de Meudon et de Saint-Germain en occupait le centre. Et il est rationnel de penser qu'en comparant ensemble des portions de couches diverses d'un même bassin, on leur trouvera d'autant plus de ressemblance qu'elles seront topographiquement moins éloignées, et qu'elles auront été l'une et l'autre plus voisines d'anciens rivages.

Tout cela, du reste, n'a trait qu'aux rapports numériques; car les espèces de Wassy sont différentes de celles des autres lieux cités plus haut. Si du nombre des espèces on passe aux genres, on trouve que les Hélicostègues du terrain néocomien ne sont abondants que dans le genre Cristellaire, tandis que ceux de la craie blanche abondent principalement par les Cristellaires, les Flabellines, les Rotalines et les Bulimines. Il y a donc, aussi sous ce rapport, accroissement en remontant la formation crétacée. Il n'en est pas de même des Stichostègues, qui, déjà indiqués comme plus stationnaires, se font remarquer, dans les deux terrains, par les genres nombreux des Dentalines et des Marginulines, et en outre, dans la craie blanche, par celui non moins commun des Frondiculaires, et, dans les couches néocomiennes, par une assez grande quantité de Planulaires, genre voisin des Frondiculaires.

M. d'Orbigny a trouvé une très grande analogie entre la faune de Foraminifères de la craie blanche et celle de la mer Adriatique. Une des raisons qu'il en donne est que, dans cette mer seulement, de même que dans la craie, abondent les Stichostègues. Il serait porté à croire « que le bassin dans lequel s'est déposée » la craie blanche de Paris était sous une température chaude. » Cette conjecture me paraît applicable aussi à l'ancienne mer qui a déposé le terrain néocomien de la Haute-Marne, et dans laquelle abondaient également les Stichostègues.

Ces généralités ont ceci pour corollaire. Dans les Foraminifères du terrain néocomien et de la craie blanche qui se rattachent au bassin de Paris, l'identité des ordres tient à l'identité de période géologique; l'analogie résultant des genres révèle l'analogie des circonstances climatologiques; la différence des espèces procède de la différence d'âge des couches. Ces Foraminifères et ceux des marnes de la craie tufau du même bassin sont dans des rapports de nombre qui concordent avec les positions relatives des terrains qui les renferment.

DEUXIÈME ORDRE (1).

Stichostègues. — *Stichostegues*, d'Orbigny.

Genre : Nodosaire. — *Nodosaria*, Lamarck.

1. Nodosaire massue. — *Nodosaria clava.* Nob.

Planche 1re, fig. 16, 17.

N. testâ elongatâ, rectâ, lævigatâ; loculis numerosis, priori obliquo, recentiori expanso, aliis ferè æqualibus; suturis paululùm excavatis; aperturâ papillatâ.

Longueur : deux millimètres.

Coquille allongée, lisse, droite, sauf la première loge qui (dans le sujet figuré) est un peu déjetée de côté. Loges nombreuses, toutes, excepté la dernière, presque égales en diamètre, et à peu près aussi longues que larges. Dernière loge piriforme, double des précédentes en largeur et triples en longueur, terminée en avant par un mamelon où se trouve l'ouverture. Sutures marquées par des étranglements peu profonds.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy, où elle est très rare.

Sous-genre : Dentaline, *Dentalina*, d'Orbigny.

2. Dentaline collier. — *Dentalina monile.* Nobis.

Planche 1, fig. 18.

D testâ elongatissimâ, gracili, arcuatâ, lævigatâ, lentè crescenti; loculis numerosis, ovatis, non obliquis, recentiori anticè angustato; suturis profundis.

Longueur : un millimètre et demi.

Coquille très allongée, grêle, arquée, lisse, augmentant graduellement mais très lentement de diamètre des premières aux dernières loges. Les loges nombreuses, ovoïdes, non obliques, une fois et demie plus longues que larges; la dernière un peu rétrécie en avant. Sutures assez profondes.

Voisine des *Dentalina nodosa* et *Lorneiana* de la craie blanche, cette espèce diffère de la première en ce que ses loges ne sont pas plus convexes en avant qu'en arrière; de la seconde, en ce que ses loges sont moins longues relativement à leur diamètre, et en ce que la dernière n'est pas obtuse en avant; et de toutes deux, par un accroissement plus lent dans le sens de la largeur.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy, où elle est plus commune que les autres.

3. Dentaline antenne. — *Dentalina antenna.* Nobis.

Planche 1, fig. 19.

D. Testâ elongatâ, arcuatâ, lævigatâ, lentè crescenti; loculis brevibus, non obliquis, ferè cylindraceis, recentiori anticè rotundato; suturis leviter excavatis.

Longueur : deux millimètres au moins dans les individus entiers.

Coquille allongée, arquée, lisse, diminuant peu de diamètre, surtout au-dessous des deux der-

(1) Aucune espèce du premier ordre, celui des Monostègues, n'a été rencontrée dans les couches que j'ai explorées.

nières loges, qui sont quelquefois plus larges que les autres. Loges courtes, non obliques, à peu près aussi longues que larges, la dernière arrondie en avant; sutures marquées par un faible étranglement.

Cette espèce a de la ressemblance avec la *Dentalina gracilis* de la craie blanche, dont elle diffère cependant par ses loges, qui ne sont pas aussi longues relativement à la largeur, et par la dernière qui n'est pas acuminée.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy, où elle est rare.

4. Dentaline intermédiaire. — *Dentalina intermedia.* Nobis.

Planche 1, fig. 20.

D. testâ brevi, subarcuatâ, lævigatâ; loculis longitudine latitudineque æqualibus, minimè obliquis, convexis, globulosis; suturis excavatis; aperturâ prominenti.

Longueur : un millimètre.

Coquille peu allongée et peu arquée, lisse, augmentant rapidement de diamètre dans la première moitié de sa longueur, et plus lentement dans la seconde. Loges à peu près aussi hautes que larges, peu obliques, convexes et globuleuses, séparées par des sutures assez profondes. Ouverture formant une légère saillie.

Cette espèce se rapproche, par son profil, de la *Dentalina multicostata* de la craie blanche; mais elle en diffère par l'absence de côtes longitudinales.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy, où elle est peu abondante.

5. Dentaline chrysalide. — *Dentalina chrysalis.* Nobis.

Planche 1, fig 21.

D. testâ brevi, lævigatâ, celeriter, crescenti, minimè arcuatâ; loculis numerosis, latissimis; suturis leviter excavatis; aperturâ non productâ.

Longueur : un demi-millimètre.

Coquille courte, lisse, augmentant rapidement de diamètre des premières aux dernières loges. Axe très arqué, de sorte qu'un des côtés de la coquille paraît droit. Loges assez nombreuses, très larges, peu élevées, et séparées par des sutures peu profondes. Ouverture non proéminente.

Gisement et localité. Wassy, dans l'argile ostréenne, où elle est peu commune.

Genre : Marginuline. — *Marginulina*, d'Orbigny.

6. Marginuline épaisse. — *Marginulina crassa.* Nobis.

Planche 1, fig. 22, 23, 24, 25.

M. testâ brevi, lævigatâ, crassâ, non inflexâ, posticè obtusâ, anticè obliquatâ; suturis minimis; loculis obliquis; foramine ampliori, rotundo.

Longueur : un millimètre.

Coquille courte, lisse, très obtuse et non contournée en arrière, tronquée obliquement en avant; épaisseur atteignant les trois quarts de la largeur, et augmentant jusqu'au milieu, mais diminuant depuis le milieu jusqu'à la dernière loge. Profil anti-carénal (1) légèrement rentrant au premier tiers

(1) J'appelle *carénal* le profil ou la partie convexe de la coquille qui s'étend depuis le bord le plus voisin de l'ouverture jusqu'à la première loge, et *anticarénal* le profil ou la partie opposée : celle-ci est la plus courte des deux. La distance qui sépare ces deux parties est la largeur de la coquille; et l'épaisseur se prend dans le sens perpendiculaire à cette largeur.

de sa longueur. Sutures peu profondes, à peine marquées sur la partie carénale. Loges obliques, séparées par d'épaisses cloisons. Ouverture ronde, au milieu d'une troncature de la dernière loge, et plus grande que dans les autres espèces.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy, où elle est commune.

7. Marginuline changeante. — *Marginulina mutabilis.* Nobis.

Planche 1, fig. 26, 27, 28, 29.

Id. *id.* var. interrompue. — *Id.* *id.* *var. interrupta.* Nob.

Planche 1, fig. 30, 31.

M. testâ oblongâ, lævigatâ, obtusâ, posticè inflexâ, anticè acuminatâ et obliquatâ, mediocriter expansâ, interdùm subcarinatâ; suturis gradatìm excavatis; loculis obliquis; foramine terminali, rotundo.

Longueur : un millimètre.

Coquille oblongue, lisse, obtuse et courbe en arrière, acuminée et tronquée obliquement en avant; moins large et moins épaisse que dans l'espèce précédente; épaisseur augmentant jusqu'au tiers ou à la moitié de la longueur, et diminuant ensuite jusqu'à la dernière loge. Sutures peu profondes pour les premières loges, et assez profondes pour les dernières, peu ou point marquées sur la partie carénale. Loges obliques, séparées par d'épaisses cloisons. Ouverture ronde, placée au sommet d'un prolongement de la dernière loge.

La variété est un peu carénée; de sorte que les sutures étant latéralement profondes dans la seconde moitié de la coquille, les dernières loges forment des côtes arrondies et interrompues. Ces caractères ne me suffisent cependant pas pour faire une espèce distincte, parce qu'ils se modifient de manière à former passage de l'espèce à sa variété.

Gisement et localité. Très commune dans l'argile ostréenne de Wassy.

8 Marginuline grêle. — *Marginulina gracilis.* Nobis.

Planche 1, fig. 32, 33.

M. testâ elongatâ, lævigatâ, angustâ, compressâ, posticè inflexâ, anticè acuminatâ et valdè obliquatâ; suturis excavatis; loculis maximè obliquis; foramine terminali.

Longueur : trois quarts de millimètre.

Coquille allongée, lisse, étroite et comprimée; courbe en arrière, acuminée et tronquée très obliquement en avant. Sutures profondes. Loges très obliques. Ouverture au sommet du prolongement de la dernière loge.

Cette espèce a quelques rapports avec la *Marginulina compressa* de la craie de Meudon et du grès vert du Mans; mais elle en diffère notamment par sa largeur, qui augmente plus lentement, et par ses profondes sutures.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy, où elle est rare.

9. Marginuline large. — *Marginulina lata.* Nobis.

Planche 1, fig. 34, 35, 36, 37.

M. testâ brevi, lævigatâ, latâ, valdè compressâ, anticè obliquatâ, posticè subangulari; suturis minimis; loculis infrà cuneatis et maximè obliquis, supernè arcuatis; aperturâ terminali, leviter productâ.

Longueur : un demi-millimètre.

Coquille courte, lisse, large, très comprimée; tronquée très obliquement en avant. Profil carénal

très arqué; profil anticarénal légèrement concave dans sa première moitié : tous deux formant angle à leur point de rencontre sous la première loge. Sutures peu profondes, peu ou point marquées sur la partie carénale. Loges grandes et arquées en avant dans le voisinage de cette dernière partie, très obliques et cunéiformes vers la partie opposée. Une dernière loge rudimentaire dans l'individu figuré. Ouverture par un léger prolongement subtronqué.

Gisement et localité. La même argile, où cette espèce est assez rare.

Genre : Planulaire. — *Planularia*, Defrance.

10. Planulaire longue. — *Planularia longa*, Nobis.

Planche 1, fig. 38, 39.

P. testâ elongatâ, lævigatâ, compressissimâ; loculis numerosis, maximè obliquis, subarcuatis; suturis excavatis; foramine terminali.

Longueur : un millimètre et demi.

Coquille lisse, très aplatie, en triangle très allongé, sans rebord le long de la partie carénale. Loges nombreuses, très obliques, peu arquées. Sutures assez profondes. Ouverture au sommet de l'angle extérieur ou carénal de la dernière loge.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy, où elle est très rare.

11. Planulaire réticulée. — *Planularia reticulata*, Nobis.

Planche 2, fig. 1, 2, 3, 4.

P. testâ maximè compressâ, alæformi, nervulis reticulatis insculptâ; loculis elongatis, posticè incurvis; carenâ submarginatâ; foramine terminali.

Longueur : un millimètre et demi.

Coquille très aplatie, en forme d'aile ; ayant peu, à son origine, l'empreinte volutatoire ; couverte, sur toute sa surface, de nervures nombreuses, qui, partant de chaque suture, traversent obliquement chaque loge, à peu près parallèlement au bord carénal, et s'infléchissent ensuite sur la suture suivante, dont elles prennent la direction. Ensemble des nervures ressemblant assez à un réseau étiré obliquement. Un léger rebord de chaque côté de la partie carénale. Loges très obliques, croissant rapidement en longueur, et s'infléchissant vers le bord anticarénal. Ouverture au sommet de l'angle saillant de la dernière loge.

La figure 4 représente un moule interne de cette jolie espèce, sur le bord carénal duquel il reste quelques parcelles du test.

Gisement et localité. Les mêmes, où elle est commune.

12. Planulaire à côtes. — *Planularia costata*, Nobis.

Planche 2, fig. 5, 6, 7, 8.

P. testâ subtriquetrâ, valdè compressâ ; carinâ inæqualiter marginatâ ; suturis profundis, canaliculatis; loculis anticè rectis, posticè incurvatis, costarum instar expansis; foramine terminali.

Longueur : un millimètre et demi dans l'âge moyen; deux millimètres et demi dans le dernier âge.

Coquille subtriangulaire, très comprimée, mais un peu plus épaisse que dans les deux espèces précédentes, et ayant davantage, à son commencement, le contour volutatoire. Partie carénale garnie d'un rebord de chaque côté; un de ces rebords beaucoup plus saillant que l'autre et ordinairement un peu

rentrant. Sutures profondes, canaliculées. Loges presque droites sur environ les deux tiers supérieurs de leur longueur, et très arquées dans leur partie inférieure ; toutes fortement renflées en avant, en forme de côtes, jusqu'à peu de distance des rebords carénaux. Ouverture au sommet de l'angle antérieur.

Dans la vieillesse, la coquille ne conserve pas constamment sa forme subtriangulaire. Alors elle s'allonge ; son bord anticarénal devient plus ou moins ondulé ; les dernières loges sont moins régulières que les autres, et il y en a qui donnent naissance à des côtes bifurquées.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy, où elle est commune.

TROISIÈME ORDRE.

Hélicostègues. — *Helicostegues*, d'Orbigny.

PREMIÈRE FAMILLE.

Nautiloïdées — *Nautiloïdæ*, d'Orbigny.

Genre : Cristellaire. — *Cristellaria*, d'Orbigny.

13. Cristellaire crosse. — *Cristellaria lituola*, Nobis.

Planche 2, fig. 9, 10.

C. testâ lævi, posticè involutâ, convexâ, nucleatâ ; anticè rectâ, subcompressâ ; apice obliquato ; anfractu unico ; suturis postremùm excavatis ; loculis quatuor explicatis ; foramine terminali, rotundo.

Longueur : trois quarts de millimètre.

Coquille lisse, à dos arrondi ; enroulée dans sa première moitié, qui est convexe, et droite dans la dernière, qui est un peu comprimée et fortement tronquée en avant. Spire ne formant qu'un tour ou un tour un quart, et embrassant un *nucleus* convexe, dont le diamètre varie entre le tiers et le quart du diamètre transversal du test. Sutures peu marquées dans les deux premiers tiers de l'enroulement, mais quelquefois assez profondes dans la partie non enroulée. Les quatre dernières loges ne rejoignant pas le retour de la spire, et devenant de plus en plus obliques. Un fanon ou épaississement de la coquille placé en dessous de ces dernières loges et s'appuyant sur le retour de spire. Ouverture ronde au bord carénal de loge la plus récente.

Gisement et localité. Commune dans l'argile ostréenne de Wassy.

14. Cristellaire excentrique. — *Cristellaria excentrica*, Nobis.

Planche, 2, fig. 11, 12, 13.

C. testâ lævi, subcarinatâ, posticè involutâ, convexâ, nucleatâ ; anticè arcuatâ, expansâ, compressâ ; anfractu unico ; suturis primùm exiguis, postremùm crescentibus ; loculis recentioribus explicatis, obliquis ; foramine terminali, rotundo.

Longueur : environ un millimètre.

Coquille lisse, subcarénée, tronquée très obliquement en avant ; plus longue, plus large et comparativement moins épaisse que la précédente. Première partie convexe, enroulée en spirale, et formant un tour un quart autour d'un *nucleus* arrondi, qui varie, en largeur, entre le quart et le cinquième du diamètre transversal de la coquille. Dernière partie comprimée et projetée en avant, en conservant un peu la courbe volutatoire. Sutures à peine indiquées sur la partie spirale, mais plus prononcées dans le reste du test, où les loges saillissent alors latéralement en forme de légères côtes. Les cinq ou six dernières loges deviennent de plus en plus obliques, et ne rejoignent pas le retour de la spire. Le fanon

qui est sous ces loges a sa base appuyée sur la partie enroulée; il est parfois peu apparent extérieurement, et porte alors des stries qui semblent être le prolongement des sutures. Ouverture ronde au sommet carénal de la dernière loge.

Gisement et localité. Commune dans l'argile ostréenne de Wassy.

15. Cristellaire volute.—*Cristellaria voluta*, Nobis.

Planche 2, fig. 14, 15, 16.

C. testâ parvulâ, involutâ, lævi, subcarinatâ, compressâ, paululùm tamen convexâ, nucleatâ; anfractu unico; loculis non explicatis; foramine terminali, rotundo.

Diamètre : un tiers de millimètre.

Coquille lisse, subcarénée, plus comprimée que dans l'espèce précédente, mais cependant encore un peu renflée au centre; entièrement enroulée en spirale autour d'un *nucleus* central peu étendu; terminée en avant par une ligne presque droite dirigée de l'ouverture vers le centre du test. Spire formant un tour un quart. Loges indiquées par des sutures peu profondes; les deux ou trois dernières ne s'appuyant pas sur le retour de la spire ou ne le rejoignant que par un étroit prolongement. Ouverture ronde au sommet de la dernière loge.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy, où elle est rare.

Espèce incertaine.

J'ai recueilli quelques individus d'une Cristellaire carénée, qui a beaucoup d'analogie avec la *Cristellaria rotulata*, d'Orb., quoiqu'elle paraisse plus convexe; mais je n'ai pas encore pu en observer tous les caractères d'une manière assez complète pour en indiquer l'espèce avec certitude.

Observations sur les trois derniers genres.

Ce serait surcharger inutilement ce travail que de donner les figures de certaines espèces de Marginulines et de Cristellaires à différents âges. Il est facile de se les représenter aux diverses périodes de leur existence, la disposition de leurs loges indiquant leur mode d'accroissement. C'est ainsi que de jeunes Marginulines, qui n'ont encore qu'un petit nombre de loges, sont très courtes eu égard à leur largeur; et de jeunes Cristellaires ne présentent encore que l'enroulement spiral sans prolongement antérieur. On aurait tort d'en faire des espèces distinctes, l'erreur étant facile à éviter, si l'on tient compte des dimensions des coquilles.

M. Alcide d'Orbigny a judicieusement établi, entre les Marginulines et les Cristellaires, un rapprochement que confirment les espèces de ces deux genres recueillies à Wassy. Si je n'avais trouvé, à l'état fossile, que le prolongement antérieur des *Cristellaires crosse* et *excentrique*, je n'aurais pu les rapporter qu'au genre Marginuline, tant la ressemblance est frappante. On serait tenté de dire que les Cristellaires ne sont que des Marginulines plus ou moins enroulées.

D'un autre côté, on remarque une sorte de passage entre les Marginulines et les Planulaires, par la *Marginuline large* et la *Planulaire longue*. La différence tiendrait à l'extrême aplatissement des Planulaires, qui déterminerait un accroisse-

ment plus rapide en largeur. J'ai même trouvé récemment une Planulaire dont les loges, injectées de matière ferrugineuse, sont plus séparées que dans le moule interne que j'ai figuré, et se recourbent un peu en arrière dans la partie carénale, à la manière des loges de la Marginuline large.

Genre : Lituole. — *Lituola*, Lamarck.

16. Je mentionne ici une Lituole qui se trouve dans la marne calcaire bleue néocomienne de Saint-Dizier. N'en ayant que deux exemplaires jeunes et assez mal conservés, je m'abstiens d'en indiquer l'espèce. Ils me paraissent assez semblables à ce que M. d'Orbigny a figuré comme étant le jeune âge de la *Lituola nautiloidea*, Lamarck. Ils ont trois quarts de millimètre de diamètre.

DEUXIÈME FAMILLE.

Ammonoïdées. — *Ammonoidæ*, d'Orbigny.

Genre : Operculine. — *Operculina.*

17. Operculine angulaire. — *Operculina angularis*, Nobis.

Planche 2, fig. 20, 21, 22.

O. testâ discoideâ, maximè compressâ, revolutâ, anticè angulari; loculis numerosis, arctissimis, paululùm incurvis; suturis exiguis.

Grand diamètre : Deux millimètres.

Coquille discoïde, très aplatie; à tours de spire se recouvrant d'un côté, sur moitié de leur largeur, et paraissant soudés et disposés, de l'autre côté, sur le même plan. Dernier tour grandissant rapidement dans l'âge adulte, et se terminant en angle obtus. Loges très étroites, fort nombreuses, médiocrement arquées en avant; chacune d'elles plus épaisse le long de la suture qui la suit qu'au contact de celle qui la précède. Dans les individus vieux, les dernières loges diminuent en longueur, et n'arrivent pas jusqu'au retour de la spire. Sutures peu profondes, égales dans le jeune âge; plusieurs plus profondes que les autres dans un âge plus avancé. Une petite ouverture (oblongue ?) au sommet de l'angle obtus qui termine le dernier tour de spire. Il semblerait qu'il y en a d'autres en dessous, correspondant aux précédentes loges; mais je n'en parle qu'avec doute, toutes paraissant oblitérées dans le plus grand des deux exemplaires que j'ai figurés.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy, où cette espèce est assez rare.

Observation. — J'avais d'abord pris les sujets que je décris ici pour de très petits opercules de Gastéropodes; ce qui, outre leur petitesse, me surprenait d'autant plus que les coquilles de cette classe de mollusques ont été dissoutes, et n'ont laissé que des moules dans l'argile ostréenne de la Haute-Marne. C'est la matière ferrugineuse dont sont remplies les loges qui m'a fixé sur leur véritable nature.

TROISIÈME FAMILLE.

Turbinoïdées. — *Turbinoidæ*, d'Orbigny.

Genre : Rotaline. — *Rotalina*, d'Orbigny.

18. Rotaline bordée. — *Rotalina marginata.* Nobis.

Planche 2, fig. 17, 18, 19.

R. testâ suborbiculatâ, lævi, carinatâ, supernè convexâ, subtùs planâ, anticè angulatìm inflexâ, truncatulâ, circùm marginatâ; loculis duodecim subter convexis, anticè arcuatis, postremo infrà perforato.

Diamètre : un millimètre.

Coquille suborbiculaire, lisse, fortement carénée, convexe en dessus, plate en dessous sauf la convexité des loges; terminée en avant par un angle tronqué et à côtés flexueux, qui forme, en dessous, un rebord saillant embrassant les deux dernières loges. Spire peu élevée, difficile à distinguer en dessus, et composée d'un tour et demi. Bord carénal dépassant les loges, un peu anguleux dans la dernière moitié du test. Loges très arquées, surtout en avant; visibles au nombre de douze en dessous, où elles sont convexes et séparées par des sutures assez profondes, et où elles aboutissent, au centre, à un disque ombilical peu étendu. Ouverture vers l'extrémité interne de la dernière loge.

Gisement et localité. Marne calcaire bleue néocomienne de Saint-Dizier, où je n'ai recueilli que l'exemplaire que j'ai figuré. L'ouverture en serait-elle agrandie par l'effet d'une cassure?

CINQUIÈME ORDRE.

Enallostègues. — *Enallostegues*, d'Orbigny.

PREMIÈRE FAMILLE.

Textularidées. — *Textularidæ*, d'Orbigny.

Genre : Textulaire. — *Textularia*, Defrance.

19. Textulaire épi. — *Textularia spica.* Nobis.

Planche 2, fig. 23, 24.

T. testâ oblongâ, compressâ, subspicatâ; loculis prominentibus, distinctis, ovatis, elongatis, alternantibus, obliquis; foramine transverso, subrotundo, intero-laterali.

Longueur : un demi-millimètre.

Coquille oblongue, comprimée, simulant un épi conoïdal. Loges saillantes, très distinctes, ovoïdes-allongées, obliques, régulièrement alternantes dans un même plan. Ouverture transversale, presque ronde, placée au côté interne de la dernière loge.

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy. Très rare.

20. Textulaire allongée. — *Textularia elongata.* Nobis.

Planche 2, fig. 25.

T. testâ compressâ, elongatissimâ, loculis prioribus obliteratis, posterioribus distinctissimis, inæqualibus, globulosis, alternis.

Longueur : trois quarts de millimètre.

Coquille allongée, comprimée, les deux côtés les plus étroits formant ensemble un angle très aigu. Loges peu distinctes dans la première partie du test; les suivantes saillantes, inégales, très distinctes, globuleuses, alternant dans un même plan; quelques-unes petites et resserrées par les autres. Ouverture encore inconnue.

La première partie de la coquille paraît un peu contournée, ce qui rapprocherait cette espèce des *Gaudryines.*

Gisement et localité. Argile ostréenne de Wassy. Très rare.

TROISIÈME PARTIE.

FOSSILES DÉSARTICULÉS ET RUDIMENTAIRES.

En raison de leur moindre importance, je les indiquerai sans description, les figures devant suffire pour les faire connaître.

1. Ophiure.

Planche 2, fig. 26, 27, 28. 29, 30.

Fragment d'ophiure vu par bout et par ses divers côtés. Il a trois millimètres de longueur, un millimètre et demi de largeur, et un millimètre d'épaisseur.

Il a été recueilli à Wassy, sur une plaquette, au milieu des entomostracés.

Planche 2, fig. 31, 32, 33.

Osselet isolé d'ophiure de la même espèce, plus fortement grossi, et vu intérieurement, extérieurement et par bout.

Les osselets détachés ne sont pas rares; et, comme on n'en distingue pas la forme à l'œil nu, il y a, dans l'argile ostréenne, certaines plaques marno-calcaires qui en portent une si grande quantité sur une de leurs faces, qu'elles ressemblent à des pierres que l'on aurait saupoudrées de grosse sciure de bois.

Un bel exemplaire d'ophiure, trouvé à Saint-Dizier, dans la marne calcaire bleue, et ayant ses rayons garnis latéralement de pointes filiformes et cannelées, comme celles que j'ai rapportées à de petits oursins, prendra sans doute place dans la Paléontologie de M. Alcide d'Orbigny.

2. Frai d'exogyre.

Planche 2, fig. 34, 35.

Ces petites coquilles, qui n'ont qu'un millimètre de diamètre, sont circulaires ou ovales, et divisées en deux parties, dont la plus petite, interne, circulaire et voisine du bord cardinal, est entourée d'un rebord très saillant sur la valve inférieure, et marquée, sur la valve supérieure, par un

renflement ou calotte patelliforme ou presque hémisphérique. Leur valve inférieure est adhérente dans toute son étendue. Lorsqu'elles dépassent un millimètre, elles commencent à se contourner à la manière des exogyres. Or, comme il n'y a d'ostracés, dans l'argile ostréenne de Wassy, où je les ai recueillies, que l'*ostrea Leymerii*, Desh., et l'*exogyra subplicata*, Rœmer, il est évident qu'elles constituent le premier état de cette dernière espèce.

J'en ai un certain nombre sur une valve d'*ostrea Leymerii.* On les rencontre rarement.

3. Œufs d'autres mollusques.

Planche 2, fig. 36.

J'en représente ici plusieurs qui adhèrent à une térébratule de la marne calcaire bleue néocomienne de Saint-Dizier. Ils ont la même couleur que la térébratule. Leur longueur ne dépasse pas deux millimètres. Ils sont très rares.

Planche 2, fig. 37.

Ces petits chapelets, dont le plus grand a aussi deux millimètres de longueur, sont également très rares. Ils ont été trouvés dans le gault à Valcourt, l'un sur une valve de Peigne, les autres sur un fragment qui paraît provenir d'un moule de fossile remanié. Il y en a de plus longs, mais qui sont moins bien conservés. Tous sont blancs, à l'exception d'un seul que j'ai trouvé de la même couleur que la valve de Peigne. Plusieurs d'entre eux sont remplis de cristaux microscopiques de pyrite de fer.

Indication d'un gisement favorable aux recherches.

Presque tous les fossiles microscopiques qui font le sujet de ce travail ont été trouvés dans l'argile, sur le bord des fossés de la seconde montée du chemin de Wassy à Bailly-aux-Forges, au territoire de Wassy, et dans le ravin qui est à peu de distance au nord de ce chemin, en avant de la forêt (nos 340, 376 et même 371, section H, 2e subdivision, du plan cadastral dressé en l'année 1810). Les géologues qui voudront y collectionner, devront, en s'aidant de la loupe, y recueillir toutes les plaquettes d'une épaisseur de deux à dix millimètres. Il convient de bien laver ces plaquettes, en se servant d'une brosse très douce. C'est surtout peu de temps après les pluies qui ont battu l'argile qu'il faut les chercher, le poli de leurs petits fossiles s'altérant par une trop longue exposition au soleil.

Manière d'être des fossiles microscopiques décrits dans ce mémoire, comparée à celle des autres fossiles contemporains et des derniers fossiles jurassiques de la même contrée.

Il m'a toujours semblé difficile d'admettre qu'il n'y ait eu aucun intermédiaire entre le repos absolu de la masse de notre planète et les convulsions violentes qui en ont agité la surface. Il existe, au contraire, des faits qui indiquent que, dans les intervalles qui ont séparé les grandes révolutions du globe, il a dû y avoir des

exhaussements et des abaissements alternatifs de certaines parties de l'écorce terrestre, indépendants de ceux qui ont été l'effet immédiat de ces révolutions ; que l'exhaussement d'une contrée a dû être accompagné de l'abaissement d'une autre ; et que ces mouvements, qui n'auront pas manqué d'influer sur les climats, ont pu affecter de grandes régions sans avoir assez d'intensité locale pour aboutir à des dislocations et à des surgissements de chaînes de montagnes. Les modifications des anciennes faunes marines ont dû être principalement l'effet de ces mouvements moins prononcés, qu'elles doivent servir à faire reconnaître ; de même que l'anéantissement de chacune de ces faunes a été le résultat synchronique des mouvements brusques produits par les grands paroxysmes géologiques. C'est sous l'empire de ces idées qu'à la fin de mon dernier mémoire, j'ai attribué à des différences dans la profondeur des mers contemporaines, les changements que j'ai remarqués dans l'état des faunes de la dernière période jurassique et de la première période crétacée.

Je n'ai pas l'intention de m'étendre ici sur ce sujet. Mais je dois dire quelques mots des effets du *mouvement* des eaux pendant chacune de ces époques, la manière d'être des fossiles que j'ai décrits m'en fournissant l'occasion.

Pendant la formation des dernières couches jurassiques, la mer étant profonde, de grands courants temporaires ont balayé certaines stations de mollusques, et en ont lancé et accumulé les coquilles au loin dans la pleine mer. C'est ce qui est arrivé, d'une manière très remarquable, pour les espèces que j'ai décrites ailleurs(1) sous les noms de *Cyrena fossulata*, d'*Avicula rhomboidalis*, et de *Pholadomya parvula*, et pour de petits *Pecten* et de petites *Orbicula*. Ces fossiles, ordinairement à valves détachées, n'ont pas été roulés, quoique les espèces les plus minces se trouvent souvent brisées. Ils ont été transportés d'autant plus loin, et en quantité d'autant plus grande qu'ils étaient plus légers, ou que, à poids égal, ils offraient plus de surface. Les lois de la pesanteur spécifique ont présidé à leur dépôt, dont l'état indique d'ailleurs que les courants n'atteignaient pas ou effleuraient à peine le fond sur lequel ils les laissaient retomber. Si, parfois, le mouvement des eaux a été assez instantané pour ne disséminer que quelques valves sur un seul plan et toutes dans une même position ; dans d'autres moments, les courants ont opéré de ces accumulations de coquilles d'une même espèce en individus tellement nombreux, qu'à peine y a-t-il eu place pour la substance de la roche encaissante. Aussi trouve-t-on des couches qui, dans une étendue d'un mètre carré, et sur une épaisseur de cinquante centimètres, renferment plus de deux millions cinq cent mille valves de *Pholadomya parvula ;* ce qui fait plus de cinq millions par mètre cube. Cette évaluation est au-dessous de la réalité ; et il faudrait au moins la tripler, si l'on comptait, sans distinction, les valves entières et les fragments qui sont interposés entre elles.

Durant la formation de nos premières couches crétacées, ce phénomène de

(1) *Mémoires de la Société géologique de France*, 1re série, tome IV, 2e partie.

translation a été infiniment restreint. C'est lui qui a produit les plaquettes de l'argile ostréenne, lesquelles sont dues à l'accumulation des fossiles légers, et principalement des fossiles microscopiques. Ces petits corps, transportés à de faibles distances, et tenus quelques instants en suspension dans les eaux, ont été déposés dans l'ordre que leur assignait leur degré de pesanteur. Ainsi, au-dessus du dépôt de quelques coquilles légères, sont venus se poser, d'abord les osselets d'Ophiures, ensuite les Entomostracés et les Foraminifères les plus lourds, et enfin les Entomostracés et les Foraminifères les plus légers. Leurs fragments ont été précipités et mêlés avec eux dans le même ordre. Aussi, à la première inspection de chaque face d'une plaquette, pour peu qu'on en ait observé, on devine de suite quelles espèces on peut y trouver. Mais là s'est bornée l'action du transport proprement dit; car les flots de la mer crétacée, qui soulevaient facilement les corps microscopiques, n'avaient pas assez de force pour transporter au loin et tout d'un trait les fossiles d'une certaine grosseur. Ceux-ci, en effet, ont été tantôt enfouis entiers à la place où avaient vécu leurs animaux, tantôt entraînés sur un fond plus ou moins dur, agités et en partie usés ou brisés par un mouvement de va-et-vient, et même entassés pêle-mêle, dans diverses positions, sur des espaces quelquefois peu considérables. La raison en est que, dans les premiers temps de la période crétacée, par suite du peu de profondeur de l'Océan, la force de transport des eaux n'était due qu'au flux et reflux, aux vagues ordinaires et aux brisants.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE Ire.

FIG. 1. *Cythere amygdaloides* entière, vue en dessous; grossie 28 fois. (Cette figure est donnée pour remplacer la figure 4 du précédent Mémoire de l'auteur sur les Entomostracés, où elle a été inexactement reproduite par la lithographie.)
FIG. 2. *Cythere amygdaloides*, *var. lata*, vue de côté; grossie 21 fois.
FIG. 3. La même, vue par l'extrémité postérieure, *id.*
FIG. 4. La même, vue en dessous, *id.*
FIG. 5. *Cythere amygdaloides*, *var. punctulata*, vue de côté, *id.*
FIG. 6. Une portion de test de la même, plus fortement grossie pour en mieux montrer les points creux.
FIG. 7. *Cythere acuta*, vue de côté; grossie 28 fois.
FIG. 8. La même, vue par le dos; *id.*
FIG. 9. La même vue par l'extrémité la plus large; *id.*
FIG. 9 a. Intérieur d'une valve de la même espèce, *var. recta;* grossie 14 fois
FIG. 10. *Cythere auriculata, var. simplex*, vue de côté; grossie 40 fois.
FIG. 11. La même, vue en dessous; *id.*
FIG. 12. *Cythere inversa*, vue de côté; grossie 25 fois.
FIG. 13. La même, vue par le dos; *id.*
FIG. 14. La même, vue en dessous; *id.*

FIG. 15. *Cythere inversa*, *var. imitans*, vue de côté; grossie 25 fois. (Les points rentrants, grossis davantage, sont à peu près comme dans la figure 6.)

FIG. 16. *Nodosaria clava*, vue de profil; grossie 18 fois.

FIG. 17. La même, vue en dessus de la dernière loge; *id.*

FIG. 18. *Dentalina monile*, vue de profil; grossie 23 fois.

FIG. 19. *Dentalina antenna*, vue de profil; grossie 17 fois.

FIG. 20. *Dentalina intermedia*, vue de profil; grossie 24 fois.

FIG. 21. *Dentalina chrysalis*, vue de profil; grossie 42 fois.

FIG. 22. *Marginulina crassa*, vue de profil; grossie 21 fois.

FIG. 23. La même, vue par la partie carénale; *id.*

FIG. 24. La même, vue en dessus de la dernière loge, pour en montrer l'ouverture; *id.*

FIG. 25. La même, vue de profil et par transparence, pour en montrer les loges remplies d'hydroxide de fer; grossie 21 fois.

FIG. 26. *Marginulina mutabilis*, vue de profil; grossie 20 fois.

FIG. 27. La même, vue en dessus de la dernière loge, pour en montrer l'ouverture; grossie 40 fois.

FIG. 28. La même, vue par la partie carénale; *id.*

FIG. 29. La même, vue de profil et par transparence, pour en montrer les loges remplies d'hydroxide de fer; *id.*

FIG. 30. *Marginulina mutabilis*, *var. interrupta*, vue de profil; grossie 21 fois.

FIG. 31. La même, vue par la partie carénale; *id.*

FIG. 32. *Marginulina gracilis*, vue de profil; grossie 31 fois.

FIG. 33. La même, vue en dessus de la dernière loge, pour en montrer l'ouverture; *id.*

FIG. 34. *Marginulina lata*, vue de profil; grossie 36 fois.

FIG. 35. La même, vue par la partie carénale; *id.*

FIG. 36. La même, vue en dessus de la dernière loge, pour en montrer l'ouverture; *id.*

FIG. 37. La même, vue de profil et par transparence, pour en montrer les loges remplies d'hydroxide de fer; *id.*

FIG. 38. *Planularia longa*, vue de profil; grossie 24 fois.

FIG. 39. La même, vue par la partie carénale; *id.*

PLANCHE II.

FIG. 1. *Planularia reticulata*, vue de profil; grossie 22 fois.

FIG. 2. La même, vue par la partie carénale; *id.*

FIG. 3. Une portion de la même, plus fortement grossie, pour en montrer les nervures.

FIG. 4. Moule interne, en hydroxide de fer, d'un individu de la même espèce; grossi 23 fois.

FIG. 5. *Planularia costata*, vue de profil; grossie 17 fois.

FIG. 6. La même, vue par la partie carénale; *id.*

FIG. 7. La même, vue du côté opposé à celui que représente la figure 5; *id.*

FIG. 8. Individu de la même espèce, pris dans la vieillesse et vu de profil; grossi 8 fois.

FIG. 9. *Cristellaria lituola*, vue de profil; grossie 28 fois.

FIG. 10. La même, vue par la partie carénale; *id.*

FIG. 11. *Cristellaria excentrica*, vue de profil; *id.*

FIG. 12. La même, vue par la partie carénale; *id.*

FIG. 13. La même, vue de profil et par transparence, pour en montrer les loges remplies d'hydroxide de fer; *id.*

FIG. 14. *Cristellaria voluta*, vue de profil; grossie 54 fois.

FIG. 15. La même, vue par la partie carénale; *id.*

FIG. 16. La même, vue de profil et par transparence, pour en montrer les loges remplies d'hydroxide de fer; *id.*

FIG. 17. *Rotalina marginata*, vue en dessous; grossie 17 fois.

FIG. 18. La même, vue de profil; *id.*

FIG. 19. La même, vue en dessus; *id.*

FIG. 20. *Operculina angularis*, vue de profil; grossie 10 fois.

FIG. 21. La même, placée horizontalement et vue par le dos; *id.*

FIG. 22. Autre individu de la même espèce, une fois plus petit, et vu par le côté opposé à celui que représente la figure 20; grossi 13 fois. (Les dernières loges ne sont pas entièrement remplies de matière ferrugineuse.)

FIG. 23. *Textularia spica*, vue de profil; grossie 40 fois.

FIG. 24. La même, vue par bout en dessus de la dernière loge; *id.*

FIG. 25. *Textularia elongata*, vue de profil; grossie 29 fois.

FIG. 26. Fragment d'*Ophiura*, vu par une de ses faces; grossi 5 fois.

FIG. 27. Le même, vu par bout; *id.*

FIG. 28. Le même, vu par la face opposée à celle que représente la figure 26; *id.*

FIG. 29. Le même, vu par un de ses côtés; *id.*

FIG. 30. Le même, vu par le côté opposé; *id.*

FIG. 31. Osselet isolé d'une *Ophiura* de même espèce; vu par la partie interne; grossi 21 fois.

FIG. 32. Le même, vu par bout; *id.*

FIG. 33. Le même, vu extérieurement; *id.*

FIG. 34. Frai d'*Exogyra subplicata*, Rœmer. Valve inférieure vue en dedans; grossie 9 fois.

FIG. 35. *id.* *id.* Valve supérieure vue en dessus; *id.*

FIG. 36. OEufs de Mollusques, adhérents à une Térébratule de la Marne calcaire bleue néocomienne; grossis 10 fois.

FIG. 37. OEufs de Mollusques, adhérents à une valve de *Pecten* et à un fragment de fossile remanié du Gault; grossis 9 fois.

ERRATA.

A la 9e ligne de la page 11 du Mémoire n° 5, tome Ier, 2e série des *Mémoires de la Société géologique* (page 203 du volume), au lieu de *dépôts voisins*, il faut lire *dépôts vaseux*.

A la 39e ligne de la page suivante du même Mémoire, au lieu de ces mots: *pour faire place à ceux qui s'éloignaient*,... lisez: *pour faire place aux eaux qui s'éloignaient*...

IV.

DESCRIPTION

DES

COQUILLES FOSSILES

DU

CALCAIRE LACUSTRE DE RILLY-LA-MONTAGNE,

PRÈS REIMS,

PAR M. SAINT-ANGE DE BOISSY.

Communiquée à la Société géologique le 16 novembre 1846 (1).

INTRODUCTION.

Une des branches de la géologie qui de nos jours a fait le plus de progrès est, sans contredit, celle qui a pour objet l'étude des terrains formés sous l'eau douce et des corps organisés qu'ils renferment. Si nous remontons, en effet, aux premières années de ce siècle, nous verrons qu'on était bien loin alors de soupçonner l'importance des formations d'eau douce, et plus éloigné encore d'en connaître les richesses conchyliologiques. Cuvier et Alex. Brongniart furent les premiers qui, dans leur *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris*, publié en 1808, appelèrent sur eux l'attention des naturalistes. Trois ans après, Alex. Brongniart, qui en fit le sujet d'un mémoire spécial, peut être considéré comme le créateur de cette partie de la géologie, qu'il appela *terrains d'eau douce ou lacustres*. Avant les travaux de ces deux savants, quelques observateurs avaient bien reconnu l'existence de coquilles fluviatiles ou terrestres dans certains dépôts, mais ils s'étaient bornés à signaler leur présence et n'avaient point cherché à s'en rendre compte ni à en tirer quelques conclusions relativement à

(1) La liste des espèces a été insérée au *Bulletin*, 2e série, vol. IV, p. 178, 1846.

leur origine. L'impulsion une fois donnée, les observations se multiplièrent et le nombre des localités où des couches purement d'eau douce furent constatées s'accrut rapidement. On reconnut bientôt que de grandes surfaces, des contrées entières en étaient formées, et dès lors l'étude de ces couches fut intimement liée à celle des terrains tertiaires marins, auxquels elles sont souvent subordonnées. D'un autre côté, les fossiles que ces dépôts renferment furent examinés avec la même ardeur que les dépôts eux-mêmes, et bientôt leur nombre augmenta dans une proportion plus rapide qu'on n'aurait pu le supposer.

Depuis longtemps nous nous occupons aussi de l'étude de ces terrains et surtout d'en recueillir les fossiles dans les diverses parties de la France. Déjà nous en avons rassemblé une grande quantité que nous nous proposons de décrire successivement par localité ou par bassin géologique, suivant leur importance, et le Mémoire que nous présentons aujourd'hui est le premier de cette série. Nous commençons par la localité de Rilly, située sur le versant nord de la montagne de Reims (Marne), remarquable non seulement parce qu'elle renferme le dépôt lacustre tertiaire le plus ancien de la France, mais encore parce que celui-ci est un des plus riches en débris organiques.

D'après une note insérée au *Bulletin de la Société géologique* (1), M. Drouet paraît être le premier qui ait indiqué le calcaire lacustre coquillier de Rilly-la-Montagne, sur des renseignements que lui avait fournis M. Arnould. Mais M. Drouet dans cette communication, non plus que dans sa notice géologique sur le département de la Marne (2), n'avait point précisé l'endroit où se trouvait cette couche, ni déterminé sa position géologique, et peut-être cette découverte intéressante fût-elle restée longtemps sans résultat, si trois ans après M. Charles d'Orbigny n'eût donné une coupe de la sablière de Rilly et du calcaire lacustre qui la surmonte (3). Ce géologue fit voir que les sables blancs exploités, séparés seulement de la craie blanche par un banc de sable jaunâtre de 1 à 2 mètres d'épaisseur, ainsi que le calcaire marneux lacustre qui est au-dessus, étaient inférieurs aux argiles et aux lignites de Villers-Alleraud, situés à peu de distance de ce point. Près de Sermier, village placé un peu plus à l'ouest, les sables se voient encore dans la même position, mais déjà le calcaire lacustre, au lieu d'une épaisseur de 1 à 2 mètres, n'est plus représenté que par un lit de marne beaucoup plus mince renfermant des coquilles peu déterminables.

A cette époque nous avions encore des doutes sur la position réelle du calcaire lacustre (4); mais nous acquîmes, plus tard, la certitude qu'il était en effet inférieur

(1) Vol. VI, p. 294, 1835.

(2) *Résumé des travaux de la Soc. des sc., agric., etc., de la Marne*, 1835.

(3) *Bull. de la Soc. géol.*, vol. IX, p. 318, 1838.

(4) *Ibid.*, p. 325.

à l'étage des lignites. En 1839, M. d'Archiac (1) regarda les sables et les calcaires lacustres qui nous occupent comme des dépôts synchroniques de la glauconie inférieure marine du nord de la France, et la coupe qu'il en a donnée (2) les indique également dans cette position.

Il est douteux, jusqu'à présent, que les couches de Rilly se retrouvent sur le versant sud de la montagne de Reims ou aux environs d'Epernay, bien que certains bancs marneux avec coquilles lacustres s'observent dans le voisinage des lignites; mais aux environs de Sezanne, MM Duval et Meillet ont signalé, au-dessus de la craie blanche, un amas de silex roulés, non stratifiés, recouverts par un calcaire lacustre ou travertin compacte, spathique ou tufacé, en rognons disséminés dans une marne sableuse, et renfermant, outre des empreintes végétales très variées, des *Unio* ou Anodontes et des coquilles semblables à celles de Rilly (3).

M. Ch. d'Orbigny (4) a déterminé parmi des échantillons que M. Wyld a recueillis sur ces mêmes points, la *Physa gigantea*, *Paludina aspera*, *Pupa sinuata*, *P. bulimoides*, *Helix hemisphœrica*, *H. luna*, *Clausilia exarata* et une *Cyclade*, coquilles qui, jointes à la position du dépôt, paraissent le rapprocher en effet de celui de Rilly. Cependant M. de Wegmann (5) a émis quelques doutes sur l'exactitude de ce rapprochement, la position relative des couches ne lui ayant point paru aussi claire, et, de son côté, M. Melleville (6) a signalé à Prouilly, Trigny et autres localités situées au nord de la montagne de Reims, un calcaire lacustre semblable à celui de Rilly, et qui serait de même séparé de la craie par un banc de sable quartzeux blanc, exploité pour les verreries.

Quant aux fossiles de Rilly, M. Drouet, dans la note précitée, s'était borné à une indication sommaire des genres qu'il y avait trouvés ou que M. Arnould lui avait signalés. Plus tard, M. Michaud décrivit et figura, dans le *Magasin de zoologie* de Guérin (7), trois des espèces les plus communes, et ensuite six autres espèces dans les *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux* (8). Ainsi trente espèces ou plus des trois quarts restaient à faire connaître, et c'est le but du travail que nous présentons aujourd'hui. Nous avons cru devoir faire représenter de nouveau les coquilles déjà décrites, d'abord pour offrir un ensemble plus complet de cette faune, et ensuite parce que plusieurs d'entre elles n'avaient encore été qu'imparfaitement caractérisées et figurées.

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, vol. X, p. 175, 1839.
(2) *Mém. de la Soc. géol.*, vol. V, pl. 21, fig. 2, 1843.
(3) *Bull. de la Soc. géol.*, vol. XIV, p. 100, 1842.
(4) *Ibid.*, p. 105.
(5) *Ibid.*, p. 163.
(6) *Ibid.*, p. 165.
(7) N°s 81 et 85, mars 1837.
(8) Vol. X, p. 153, 1838. Ces espèces ont été citées, ainsi que l'*Helix Droueti* nob., par M. Rondot, dans les *Annales de l'académie de Reims*, vol. I, p. 13, 1843.

Cette faune locale est remarquable par le *facies* des espèces qui la composent ; toutes ou presque toutes sont couvertes de stries obliques, très serrées et régulières qui les distinguent au premier abord. Ce mode de stries ne se rencontre pas seulement dans les espèces de tel ou tel genre, il est commun à tous ; on le retrouve dans une Cyclade, dans les Hélices, les Clausilies, les Bulimes, les Agathines, les Auricules, etc., et si certaines espèces sont lisses, il est à présumer, au moins pour quelques-unes, qu'elles ne l'étaient pas dans l'origine. Ainsi sur trois échantillons que nous possédons du *Bulimus Michaudi*, il n'y en a qu'un sur lequel on puisse apercevoir des stries, les deux autres sont entièrement lisses : il ne serait donc pas étonnant que l'*Auricula Michelini*, par exemple, que nous trouvons lisse, ait été jadis aussi finement et aussi élégamment striée que l'*Auricula Michaudi* dont elle est très voisine, quoique distincte.

Sur les 39 espèces de mollusques que nous décrivons, il y en a tout au plus 2, le *Cyclostoma rillyensis* et la *Valvata Leopoldi*, qui ne soient peut-être pas nouvelles et qui puissent se rapprocher de certaines espèces vivantes. Nous avons cru devoir les en séparer cependant, l'identité ne nous ayant pas paru assez positive ; nous avouerons toutefois que la *Valvata Leopoldi* se distingue difficilement de certaines variétés de la *Valvata planorbis*, Drap.

Deux coquilles très remarquables sont encore propres à cette ancienne faune d'eau douce. Nous avons placé l'une dans le genre Megaspire, créé par M. Lea pour le *Pupa elatior* de Spix, et il est curieux de retrouver fossile, dans une couche aussi ancienne, une espèce si voisine de celle qui ne vit plus aujourd'hui qu'au Brésil et qui, au dire même des naturalistes qui veulent la conserver dans le genre Pupa, doit y former à elle seule un groupe particulier ; l'autre coquille est notre *Achatina rillyensis*, pour laquelle nous n'osons pas encore aujourd'hui proposer un nouveau genre, et que nous n'avons placée dans les Agathines que faute de pouvoir lui trouver une place qui lui convienne mieux.

Enfin, en comparant ces fossiles avec ceux décrits par M. Matheron, comme appartenant à l'étage des lignites de la Provence, nous n'avons trouvé entre eux aucune analogie. Peut-être notre variété *a* de la *Physa gigantea*, Mich., pourrait-elle se rapprocher de la *Physa gallo-provincialis*, Math., mais c'est la seule analogie que l'on remarque entre ces deux faunes.

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

Genre CYCLAS, *Cyclade* (Bruguière).

1. *Cyclas Verneuili*, C. de Verneuil (nob.), pl. V, fig. 3, *a*, *b*.

C. *lenticularis* nob., *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. IV, p. 179.

Testa trigona, subrotundata, subæquilatera, lenticulari, lævi, tenui.

Diam. transv., 7 à 8 millim.; diam. vertic., 6 millim. 1/2 à 7 millim. 1/2.

Cette espèce, bien distincte par sa forme lenticulaire, est trigone, presque ronde, sub-équilatérale; son test paraît lisse et mince, cependant un individu de grande taille nous a montré, au sommet, trois ou quatre sillons assez prononcés. Sa forme ne se rapproche pas assez de celle d'aucune espèce vivante pour y être comparée, et parmi les fossiles, nous ne connaissons rien qui s'y rapporte.

La *Cyclas Verneuili* varie de taille, mais elle est toujours à peu près aussi longue que large. Nous en possédons des échantillons qui ont depuis 4 jusqu'à 10 millimètres. Sa taille ordinaire doit être de 7 à 8 millim. — Rare.

2. *Cyclas unguiformis*, C. unguiforme (nob.), pl. V, fig. 2, *a*, *b*.

Testa subelliptica, fragili, pellucida, lævi, tumida, subæquilatera; natibus minimis, valdè obtusis.

Diam. trans., 9 millim.; diam. vertic., 10 millim.

Cette Cyclade, remarquable par sa forme, est légèrement oblique, presque elliptique et subéquilatérale. La valve que nous possédons est fragile, presque aussi transparente qu'à l'état vivant, bombée, lisse à l'œil nu; mais cependant couverte de stries irrégulières et peu apparentes, visibles seulement avec le secours d'une forte loupe. Les crochets très petits et obtus.

Malgré toutes nos recherches, nous n'avons trouvé qu'une seule valve très bien conservée de cette espèce. Elle nous a paru trop distincte pour ne pas la décrire, quoique nous hésitions toujours à établir nos descriptions sur un seul individu. — Très rare.

3. *Cyclas Denainvilliersi*, C. de Denainvilliers (nob.), pl. V, fig. 4, *a*, *b*.

Testa obliquè trigona, crassa, ventricosa, inæquilatera, striis tenuissimis perfusa, sulcisque tribus vel quaternis, plus minusve, elevatis, gradiformis, ornata, extrinsecùs rotundata, posticè declivi, natibus subanticis.

Diam. trans., 7 à 9 millim.; diam. vertic., 8 à 10 millim.

Coquille oblique, trigone, épaisse, ventrue, inéquilatérale, couverte de stries très fines, quelquefois bordée de trois ou quatre gros sillons en forme de gradins; le plus souvent ces sillons au lieu d'être situés sur le pourtour, sont disséminés irrégulièrement et plus ou moins nombreux. Ce sont des temps d'arrêt dans l'accroissement de l'animal; aussi retrouve-t-on toujours entre eux les stries fines dont nous avons parlé. Dans le jeune âge, ces temps d'arrêt sont marqués par des stries très lamelleuses, entre lesquelles il y en a d'autres beaucoup plus fines. On serait tenté de prendre ce jeune âge pour une espèce différente, si les individus adultes ne conservaient pas souvent aux crochets la marque visible de leur état à un âge moins avancé. La coquille est arrondie des deux côtés; les crochets sont plus rapprochés du côté antérieur.

Cette charmante espèce, bien distincte de toutes celles que nous connaissons, est assez commune.

4. *Cyclas nuclea*, C. noyau (nob.), pl. V, fig. 1, *a*, *b*.

Testa ovato-subquadrata, substriata, ventricosa, valdè inæquilatera, duobus sulcis ad nates ornata; anticè breviore rotundata, posticè subtruncata; natibus subanticis, valdè prominentibus.

Diam. transv., 8 à 9 millim.; diam. vert., 6 à 7 millim.

Cette espèce est ovale, presque quadrangulaire, légèrement striée, ventrue et très inéquilatérale; les crochets, très proéminents, sont rapprochés du côté antérieur et portent deux sillons; le côté antérieur est très court et arrondi, tandis que le postérieur est plus long et presque tronqué.

Cette espèce, qui se rapproche un peu de la précédente, s'en distingue aisément par sa forme presque quadrangulaire et plus ventrue, ainsi que par les crochets plus saillants. — Très rare.

5. *Cyclas rillyensis*, C. de Rilly (nob.), pl. V, fig. 5, *a*, *b*, *c*.

Testa minima, lævi, globosa, subæquilatera, obliquè ovata, anticè rotundata; natibus prominulis.

Diam. trans., moyen, 2 millim. 1/2 à 3 millim. 1/2; diam. vertic., moyen, 2 à 3 millim.

Coquille petite, lisse, globuleuse, sub-équilatérale; côté postérieur un peu plus long que l'antérieur, qui est arrondi; crochets peu saillants.

Cette espèce, la plus petite que nous ayons rencontrée dans ce calcaire, y est aussi la plus abondante. Elle se rapproche beaucoup de plusieurs espèces vivantes, surtout de la *C. fontinalis*, Drap., si commune dans nos ruisseaux. Il faut cependant l'en séparer, car elle est plus ronde, plus globuleuse et beaucoup moins aiguë à son pourtour. — Très commune.

Genre ANCYLUS, Ancyle (Geoffroy).

1. *Ancylus Matheroni*, A. de Matheron (nob.), pl. V, fig. 6, *a*.

Testa obtusa, depressa, elliptica, obscurè radiata; apice acuto, valdè excentrico, ad sinistram inflexo.

Longueur, 6 millim. 1/2; largeur, 4 millim. 1/2.

Coquille obtuse, déprimée, elliptique, obscurément radiée; sommet aigu, très excentrique, incliné et renversé à gauche.

Cette espèce, quoique voisine de certaines espèces vivantes, s'en distingue cependant parfaitement; ainsi, elle est plus large, moins longue et plus excentrique que l'*A. lacustris*, Muller, qui s'en rapproche le plus à cause de son sommet incliné à gauche. Elle diffère encore davantage de l'*A. fluviatilis*, Muller, par son aplatissement, la forme elliptique de son ouverture et son sommet incliné à gauche, tandis que dans l'espèce vivante ce dernier reste dans le plan de l'axe. Elle ne saurait non plus se confondre avec l'*A. depressus* fossile décrit par M. Deshayes.

Genre VITRINA, Vitrine (Draparnaud).

1. *Vitrina rillyensis*, V. de Rilly (nob.), pl. V, fig. 7, *a*, *b*.

Testa suborbiculata, depressa, levi tenui, anfractibus quaternis, planis, ultimo anfractu subrotundato; spira omninò plana; sutura vix impressa; apertura magna; peristomate simplici.

Hauteur 3 à 4 millim.; largeur 9 à 10 millim.

Coquille sub-orbiculaire, lisse et très déprimée; la spire entièrement aplatie se compose de quatre tours séparés par une suture à peine marquée; l'ouverture, comme celle de toutes les vitrines, est très grande par rapport à la grosseur de la coquille, et plus longue que large.

Cette jolie espèce se rapproche par sa forme générale de ses congénères d'Europe, mais elle est plus grande qu'aucune d'elles et s'en distingue surtout par le nombre des tours de spire qui dans les espèces vivantes ne sont jamais aussi nombreux.

On ne connaissait encore à l'état fossile aucune espèce de Vitrine ; celle que nous publions, très bien caractérisée, comble donc une lacune et prouve que ce genre remonte aussi loin que tous ceux qui constituent avec lui la faune des mollusques terrestres et fluviatiles. Sa présence dans les couches anciennes de Rilly prouve aussi que l'extrême fragilité de son test est la principale cause, la seule peut-être même, par laquelle on puisse expliquer son absence, dans les nombreux dépôts lacustres jusqu'ici. — Très rare.

Genre HELIX, *Hélice* (Draparnaud).

1. *Helix hemisphærica*, H. hémisphérique (Michaud), pl, V, fig. 8, *a*, 9, 10.

1837, Michaud, *Mag. zool. de Guérin*, classe 5, pl. 81, fig. 4, 5, 6.

Testa orbiculato-subglobosa, solida, latè profundèque umbilicata, striis tenuissimis obliquis regulariter elegantissimèque ornata; spira brevi, obtusa; anfractibus quinis, convexis; ultimo multo majore, globoso; sutura valdè impressa; umbilico margine spirali subrotundato; apertura subovata; labro simplici, paululùm reflexo.

Hauteur, 15 à 20 millim.; largeur, 25 à 30 millim.

Var. *a*: *Minor, magis depressa, striis minùs impressis.*

Hauteur, 10 à 12 millim.; largeur, 18 à 20 millim.

Coquille solide, orbiculaire, globuleuse ; stries très fines, très serrées, obliques et flexueuses ; spire composée de cinq tours convexes, le dernier beaucoup plus grand et globuleux ; suture bien marquée ; ombilic très large et profond ; bord marginal de l'ombilic presque arrondi ; ouverture semi-ovale ; péristome simple, peu réfléchi en dehors.

Parmi les espèces vivantes que l'on pourrait comparer à l'*H. hemisphærica*, pour la forme générale, l'*H. auricoma*, Fer., est celle qui s'en rapproche le plus. Parmi les fossiles l'*H. Ramondi*, Brongniart, est très voisine. L'ombilic de l'*H. hemisphærica*, largement ouvert et qui laisse voir les tours de spire jusqu'au sommet, l'en distingue d'ailleurs parfaitement.

La variété, *a*, fig. 9, beaucoup plus petite et plus déprimée, s'éloigne sensiblement du type, mais n'est cependant qu'une simple et jolie variété, dont les stries sont moins apparentes. La variété *b*, fig. 10, est plus élevée et plus conoïde. — Très commune.

2. *Helix Droueti*, H. de Drouet (Nob.). Pl. V, fig. 11, *a*, *b*.

1839. de Boissy, *Mag. zool. de Guérin*, 2e série, moll. pl. 8, fig. 1 *a*, *b*.

Testa solida globoso-subovata, imperforata, regulariter obliquè subtilissimè striata; spira obtusa; anfractibus quinis, convexis, ultimo majore, globoso; sutura valdè impressa; umbilico excavato; apertura magna, semilunari; labro simplici.

Hauteur, 15 à 18 millim.; largeur, 20 à 22 millim.

Coquille solide, globuleuse, non ombiliquée, couverte de stries très fines, élégantes et obliques. Sur quelques individus, on aperçoit d'autres lignes longitudinales écartées, très imparfaitement marquées ; spire composée de cinq tours convexes, le dernier beaucoup plus grand et globuleux. Cette espèce n'est ni ombiliquée ni perforée, mais à la place de l'ombilic il y a une dépression assez profonde derrière l'insertion du bord columellaire qui la recouvre en partie ; ouverture grande, semi-lunaire ; péristome simple.

L'*H. Droueti*, voisine de l'*H. candidissima*, Drap., s'en distingue très bien par ses stries fines et

régulières et par son dernier tour beaucoup plus globuleux. Quelques individus conservent des restes de coloration qui semblent indiquer qu'elle devait être d'un brun foncé avec ou sans bandes.—Assez rare.

3. *Helix luna*, H. lune (Michaud). Pl. V, fig. 11 bis, *a*, *b*.

1837, Michaud, *Mag. zool. de Guérin*, classe 5e, pl 81, fig. 1, 2, 3.

Testa orbiculata, subdepressa, subtùs convexa, utrinquè subtilissimè transversè striata, latè umbilicata, acutissimè carinata; spira plana, valdè obtusa; anfractibus subsenis, subplanatis, sensim accrescentibus; apertura planorbiformis, obliqua, infernè acuto-angulata; labro simplici, acuto.

Largeur, 18 à 20 millim.; hauteur, 8 à 10 millim.

Coquille orbiculaire, sub-déprimée, très convexe en dessous, striée presque imperceptiblement des deux côtés, largement ombiliquée jusqu'au sommet; carène très aiguë; spire plane, très obtuse, composée de cinq à six tours presque plats, croissant progressivement; suture à peine marquée; ouverture formant un angle très aigu inférieurement; bord latéral simple et tranchant, comme dans plusieurs espèces de Planorbes.

L'*H. luna* se rapproche, par la forme générale, de plusieurs Caracoles, principalement du *C. lapicida*, Lam.; elle s'en distingue cependant par les bords non réunis de son ouverture et surtout par son péristome tranchant, tandis qu'il est fortement réfléchi dans le *C. lapicida.*

En 1837 (1) et 1838 (2), M. Michaud publia dans deux notices sur quelques uns des fossiles qui nous occupent. Lorsqu'il fit ce travail, il ne possédait pas de bons exemplaires de toutes les espèces qu'il avait à décrire; aussi, pour un certain nombre d'entre elles, ne put-il donner que des figures insuffisantes faites sur des individus ou jeunes ou en mauvais état. L'*H. luna* fut de ce nombre. On se convaincra facilement, en comparant sa figure et celle que nous donnons, que la coquille qui servit de type à M. Michaud était le jeune âge. Malgré cela, cet habile naturaliste n'en a pas moins bien saisi les principaux caractères de la coquille, et pour compléter sa description nous n'avons eu pour ainsi dire qu'à en donner une bonne figure. — Assez commune.

4. *Helix Arnouldi*, H. d'Arnould (Michaud). Pl. V, fig. 12, *a*, *b*, *c*.

1837, Michaud, *Mag. zool. de Guérin*, classe 5e, pl. 81, fig. 7, 8, 9.

Testa parva, orbiculato-depressa, lenticulari, imperforata, suprà plano-convexa, subtùs convexiore, utrinquè regulariter elegantissimèque obliquè striata; spira valdè obtusa; anfractibus senis vel septenis subplanis, regulariter accrescentibus, ultimo ad peripheriam compresso, carena crassa prominente, ornato; sutura vix impressa; apertura subtriangulari, obliqua, in pariete triplicata; labro columellare unidentato; peristomate acuto, reflexo; umbilico calloso.

Largeur, 7 à 9 millim.; hauteur, 4 à 5 millim.

Coquille petite, de la forme d'une lentille renflée, plus convexe en dessous, imperforée, régulièrement et finement striée des deux côtés; spire très obtuse, composée de six à sept tours presque plats, le dernier légèrement comprimé vers le milieu et orné d'une carène saillante qui semble lui être superposée et qui n'altère en rien l'arrondissement intérieur de l'ouverture; suture à peine visible; ouverture sub-triangulaire, très oblique, ayant trois plis à l'intérieur placés sur la saillie de l'avant-dernier tour; le plus rapproché de la columelle, plus enfoncé que les autres et peu apparent; bord columellaire unidenté; péristome tranchant et réfléchi; la place de l'ombilic est souvent recouverte d'une callosité.

(1) *Magasin zoologique* de Guérin, nos 81 à 85, mars 1837.
(2) *Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, vol. X, p. 153.

Cette petite espèce, bien distincte de ses congénères, se rapproche beaucoup, par la forme, des Hélicines et pourrait se confondre avec elles sans la présence des plis et de la dent de l'ouverture. — Très commune.

5. *Helix Dumasi*, H. de Dumas (Nob.). Pl. V, fig. 13, *a, b, c.*

Testa minutissima, conico-globosa, umbilicata, lamellis transversis, æquè remotis, costulata; anfractibus quinis aut senis rotundis, ultimo multò majore, globoso; apertura parva, subsemilunari elongata, infernè vix compressa; sutura satis impressa; peristomate simplici, acuto paululùm reflexo.

Hauteur, 2 millim. 1/2; largeur, 2 millim.

Coquille très petite, globuleuse, conique, couverte de lamelles transverses, régulières, également éloignées les unes des autres; spire composée au moins de cinq tours assez profondément divisés, arrondis, le dernier beaucoup plus grand et globuleux; ouverture petite, de forme semi-lunaire, allongée et légèrement pincée à sa partie inférieure; péristome simple, très peu renversé; le bord columellaire l'est davantage sur l'ombilic.

Cette jolie espèce, l'une des plus petites du genre, se place naturellement entre l'*H. aculeata*, Muller, et l'*H. scarburgensis*, Turton. Elle se rapproche surtout de cette dernière, avec laquelle elle a les plus grands rapports, mais dont elle se distingue nettement : 1° par sa spire plus conique; 2° par ses lamelles bien moins nombreuses que dans l'espèce d'Angleterre; 3° par son ouverture plus longue que large, se projetant en avant et pincée à sa partie inférieure, tandis que dans l'*H. scarburgensis*, elle est, au contraire, aplatie en forme de croissant. L'*H. aculeata*, moins globuleuse, a sa spire plus allongée, ses tours plus séparés, et porte des épines sur ses lamelles. — Assez rare.

6. *Helix Geslini*, H. de Geslin (Nob.). Pl. V, fig. 14, *a, b.*

Testa parva, acuto-conica, subtrochiformi, subtùs convexa, umbilicata; anfractibus senis convexis, ultimo rotundato; suturis impressis; apertura rotundata; peristomate simplici, acuto, paululùm reflexo.

Hauteur, 4 millim.; largeur, 3 millim.

Coquille petite, conique, aiguë, sub-trochiforme, convexe en dessus, ombiliquée; cinq tours de spire convexes, le dernier arrondi; suture assez profonde, ouverture presque ronde; péristome simple, aigu, peu réfléchi.

Cette petite Hélice ressemble assez à la précédente pour que nous ayons longtemps hésité avant d'en faire une espèce particulière. Sa taille près du double en hauteur et en largeur, sa forme beaucoup plus conique, moins globuleuse, sa suture plus profonde, son ombilic plus ouvert et la forme bien différente de l'ouverture, nous ont paru des raisons suffisantes.

Nous ne possédons qu'un seul individu de cette espèce; vu à la loupe, il offre la même disposition de stries lamelleuses que la précédente. Les stries moins prononcées ont été omises par le dessinateur.

Genre PUPA, *Maillot*, (Lamarck).

1. *Pupa rillyensis*, M. de Rilly (Nob.), pl. V, fig. 15, *a*, 16.

Testa sinistrorsa, cylindraceo-ovata, subventricosa, vix perforata, striis longitudinalibus, obliquis, confertis, elegantissimè ornata; anfractibus septenis, subconvexis; sutura satis impressa, spira conica, apice obtuso; apertura oblonga; columella elata, contorta, uniplicata; peristomate reflexo.

Longueur, 30 millim.; largeur, 15 millim.

Var. *a.* — *Minor, magis ventricosa, spira breviore.*

Longueur, 25 millim.; largeur, 13 à 14 millim.

Coquille sénestre, ovale cylindracée, plus ou moins ventrue, à peine perforée, élégamment ornée

de stries longitudinales, obliques, très serrées; spire conique à sommet obtus, composée de sept tours sub-convexes, séparés par une suture assez profonde; ouverture oblongue; columelle évasée, tordue, formant un pli; péristome simple et réfléchi.

Nous retrouvons dans ce genre la même disposition de stries fines et élégantes que nous avons déjà observée chez les Hélices et la *Cyclas Denainvilliersi*, disposition que nous verrons se reproduire dans plusieurs des genres suivants, et qui, comme nous l'avons dit, caractérise cette faune d'eau douce, l'une des plus anciennes de la série tertiaire.

Cette belle espèce est une des plus grandes que nous connaissions à l'état fossile. Sa forme ovoïde-allongée la placerait à côté du *P. uva*, Lam., et de plusieurs autres espèces vivantes, sans cependant pouvoir se confondre avec elles, non seulement à cause de la grosseur et du nombre des stries, mais surtout parce qu'elle est sénestre, tandis que les espèces vivantes sont dextres. D'après son *facies* général, le *Pupa rillyensis* serait peut-être mieux placé avec les Bulimes, mais la forme de son ouverture, dont les bords sont peu inégaux, et les nombreuses stries prononcées qui le recouvrent, le rangent plus naturellement parmi les Maillots.

La variété *a* (fig. 16), plus petite, plus ventrue, à spire courte, se rencontre assez souvent, quoique plus rarement que le type.

2. *Pupa columellaris*, M. columellaire (Michaud), pl. V, fig. 17, *a*, 18.

1838, Michaud, *Act. Soc. linn. Bordeaux*, vol. X, p. 155, fig. 3.

Testa sinistrorsa, cylindracea, vix ventricosa, supernè attenuato obtusa, imperforata, striis obliquis longitudinalibus confertis elegantissimè perfusa; anfractibus septenis, subplanis, ultimo attenuato; apertura oblonga; columella elata, contorta; labro margine simplici, valdè dilatato-reflexo.

Longueur, 25 millim.; largeur, 10 millim.

Var. *a*. (nob.) — *Minor; spira brevior.*

Coquille sénestre, cylindracée, peu ventrue, imperforée, couverte de stries obliques, longitudinales, régulières et serrées; spire de sept à huit tours peu convexes, séparés par une suture bien visible, le dernier plus petit que les autres; ouverture oblongue; columelle évasée, tordue; péristome simple, dilaté et réfléchi.

Quoique cette espèce ait plusieurs caractères communs avec la précédente, elle en est cependant parfaitement distincte par sa taille toujours plus petite, sa forme beaucoup plus allongée, moins ventrue et par son ouverture qui est bien moins grande. Ce qui l'en sépare surtout, c'est le grand évasement du péristome, qui n'existe pas dans le *P. rillyensis.*

Malgré le peu de ressemblance de la figure donnée par M. Michaud avec la nôtre, nous rapportons cette espèce au *P. columellaris*, parce que nous pensons que la sienne a été dessinée sur un échantillon défectueux. Le rapport général de la forme et le mode d'enroulement confirment d'ailleurs ce rapprochement.

La variété *a* (fig. 18), plus ventrue, à spire plus courte, se rencontre assez souvent, quoique beaucoup plus rarement que le type.

3. *Pupa sinuata*, M. sinueux (Michaud), pl. V, fig. 19, *a*, *b*.

1838, Michaud, *Act. Soc. linn. Bordeaux*, vol. X, p. 156, fig. 4.

Testa sinistrorsa, cylindracea, perquam ventricosa, imperforata, supernè acuto-attenuata, striis confertis, obliquis, subflexuosis, regulariter elegantissimè ubiquè sulcata; anfractibus senis vel septenis, convexis, ultimo minore, sutura profunda; apertura subrotunda, dilatata, biplicata

(*columella interiùs unidentata, basi unilamellata*); *marginibus subæqualibus, connexis; peristomate continuo, patulo, soluto, extùs producto, supra columellam expanso, reflexo.*

Longueur, 10 à 13 millim.; largeur, 4 à 5 millim.

Var. *a.* — *Minor, spira brevissima.*

Cette jolie coquille sénestre, cylindrique, varie beaucoup par sa forme plus ou moins ventrue; elle est couverte de stries très fines, serrées, régulières, obliques, élégamment disposées; sa spire, quelquefois si courte qu'elle se rapproche de celle du *P. dolium*, Drap., se compose de six à sept tours convexes, séparés par une suture profonde; le dernier beaucoup plus petit et atténué; l'ouverture est presque ronde, coupée presque transversalement à sa partie supérieure, de sorte que les deux bords sont presque égaux; elle est garnie de deux plis: l'un columellaire, s'enfonce obliquement dans la cavité de l'ouverture; l'autre, élevé et tranchant, qui vient jusqu'au bord de l'ouverture, est une lamelle située à côté de l'insertion du bord latéral, où elle forme un angle ou sinus comme dans beaucoup de Clausilies. Les deux plis se rejoignent au fond de l'ouverture, qu'ils rétrécissent beaucoup en la séparant en trois parties, pour tourner ensemble le long de l'axe columellaire. Le péristome continu, épais et réfléchi, est détaché du dernier tour, sur lequel il fait saillie (fig. 19 *b*).

Nous croyons que cette coquille serait mieux placée parmi les Clausilies, à cause de son ouverture semblable en tout à celle des espèces de ce genre. M. Michaud, s'il eût possédé de bons échantillons, eût, nous n'en doutons pas, partagé notre opinion et n'en eût pas fait un Maillot. Ces deux genres offrent aujourd'hui des passages si nombreux, que nous croyons inutile d'embrouiller la synonymie en déplaçant cette espèce. — Elle n'est pas très rare.

4. *Pupa oviformis*, M. oviforme (Michaud), pl. V, fig. 23, *a*.

1838. Michaud, *Act. Soc. linn. Bordeaux*, vol. X. p. 157, fig. 5.

Testa oviformi, tenuissimè obliquè striata, umbilicata, obtusa; anfractibus octonis, convexis, penultimo majore; sutura lineari; apertura ovoidea; labro simplici, semipatulo, labio expanso intùs unidentato; columella supernè unicallosa, callo obtuso (Michaud).

Longueur, 5 à 6 millim.; largeur, 3 à 4 millim.

Nous n'avons trouvé, de cette espèce décrite par M. Michaud, qu'un seul échantillon en mauvais état, trop incomplet pour être dessiné, mais suffisant pour nous convaincre que l'espèce est bonne et doit être conservée. Nous donnons donc la phrase caractéristique latine de l'auteur et nous renvoyons, pour les éclaircissements dont il l'a fait suivre, à son mémoire inséré dans le t. X des *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, p. 153.

La figure que nous donnons a été copiée sur celle de M. Michaud. — Très rare.

5. *Pupa Archiaci*, M. de d'Archiac (nob.), pl. V, fig. 21, *a*, *b*.

Testa parva, globoso conica, edentula, perforata, costulata, striata; anfractibus senis, convexis, suturis impressis separatis, spira acuta, apice obtuso; apertura parva, subrotundata; peristomate simplici, acuto, reflexo.

Longueur, 3 à 4 millim.; largeur, 2 millim.

Cette petite coquille solide, globuleuse, conique, édentule, perforée, paraît lisse, mais à la loupe on la voit ornée de stries assez écartées; la spire aiguë se compose de six tours convexes, séparés par une suture assez marquée; le dernier, beaucoup plus globuleux que les autres, s'atténue jusqu'auprès de l'ouverture, ce qui la rétrécit et la rend petite relativement à la grosseur du tour; l'ouverture est presque ronde; le péristome simple, aigu et réfléchi.

Par sa forme générale, ce petit Pupa se rapproche, sans doute, de plusieurs espèces vivantes, mais sans pouvoir être confondu avec elles. De petites espèces de Paludines pourraient seules faire naître quelques doutes si les caractères de l'ouverture ne venaient promptement les lever. — Très rare.

6. *Pupa palangula*, M. Petit rouleau (nob.), pl. V, fig. 20, *a*, *b*.

Testa minima, cylindracea, supernè, obtusè attenuata, umbilicata, sublævigata; anfractibus quinis convexiusculis; spira obtusa; apertura ovato-oblonga, elongata, infernè paululùm compressa sed non angulata; peristomate simplici, acuto, reflexo.

Longueur, 3 millim.; largeur, 1 millim. 1/2.

Cette espèce est en très petit ce que le *P. palanga*, Fer., est en très grand; aussi, malgré sa petitesse, beaucoup des caractères de ce dernier lui conviennent-ils. La coquille est allongée, cylindrique, obtuse au sommet, ombiliquée et lisse; la spire obtuse est composée de cinq tours peu convexes; la suture est peu marquée; l'ouverture ovale, oblongue, allongée, est un peu déprimée, mais non anguleuse à la partie inférieure; le péristome est simple, aigu et réfléchi.

Nous n'avons trouvé qu'un seul échantillon, parfaitement conservé, de cette jolie espèce : sa petitesse est sans doute la cause principale de sa rareté. C'est en réduisant le calcaire en très petits morceaux, presqu'en poussière, et lavant ensuite, que nous avons trouvé la majeure partie des petites espèces que nous décrivons. Le *Pupa palanga*, Fer., a 25 à 30 millimètres de longueur et 8 à 10 de largeur. — Extrêmement rare.

7. *Pupa remiensis*, M. rémien (nob.), pl. V, fig. 22, *a*, *b*.

Testa minuta, fusiformi, lævigata, rimata; anfractibus senis vel septenis, subplanis, suturis impressis separatis; spira acuta; apertura ovato-angulata, dentibus tribus coarctata, quorum, duobus in margine laterali (duobus plicis impressis extùs notatis), tertia plicæformis in pariete aperturali solitaria; peristomate patulo.

Longueur, 2 millim.; largeur, 1 millim.

Très petite coquille, fusiforme, lisse; fente ombilicale bien prononcée, mais non perforée; spire aiguë, composée de six à sept tours aplatis, séparés par une suture très distincte; ouverture ovale anguleuse, rétrécie par trois dents: dont deux assez fortes, situées sur le bord latéral, se traduisent extérieurement par deux dépressions correspondantes, et la troisième, en forme de pli ou de lamelle, se trouve sur le devant de l'ouverture, près de la columelle; péristome légèrement évasé.

Cette petite espèce peut se confondre, au premier abord, avec notre *Auricula Michelini*, mais on les distinguera facilement par leurs caractères génériques particuliers, et parce que le *P. remiensis* est plus petit, plus acuminé, moins ventru, et que les dépressions extérieures qui correspondent aux deux dents du bord latéral ne se trouvent jamais dans l'*A. Michelini*. — Très rare.

Nota. M. Michaud, dans la 2e partie de son Mémoire sur les coquilles de Rilly (*Act. soc. linn. Bordeaux*, vol. X, pag. 153), décrit, en outre, deux autres espèces de *Pupa* (*P. bulimoidea*, *P. gibbosa*). Nous n'avons pas cru devoir conserver la première, parceque n'ayant été décrite que sur un simple fragment, elle ne nous semble pas assez rigoureusement établie; quant à la seconde, le *P. gibbosa*, nous nous sommes assuré, sur un grand nombre d'exemplaires, qu'elle n'est autre que le *Cyclostoma Arnouldi* Mich., dont le dernier tour est enlevé. On s'en convaincra en comparant avec soin les deux coquilles sur lesquelles on reconnaîtra facilement la dépression qui existe dans le *C. Arnouldi* au-dessus de l'ouverture; ou mieux encore en enlevant à celui-ci son dernier tour. M. Michaud, avec lequel, nous sommes heureux de le dire, nous conservons depuis longtemps des relations de science et d'amitié, a été le premier à reconnaître cette erreur et à nous engager à la rectifier.

Genre MEGASPIRA (1), *Mégaspire* (Lea).

M. Lea, dans un Mémoire intitulé : *Description of new freshwater and land Shells*, inséré dans les *Transactions de la Société philosophique américaine de Philadelphie*, a établi le genre *Megaspira* pour une coquille décrite antérieurement par Spix sous le nom de *Pupa elatior*. Cette singulière coquille parut, à ce savant naturaliste, présenter des caractères tellement remarquables, que, quoiqu'il n'en connût pas l'animal, il crut pouvoir en faire le type d'un genre, convaincu qu'il devait nécessairement offrir d'importantes modifications. M. Grateloup, décrivant de nouveau, en 1838, le *Pupa elatior*, adopta le genre de M. Lea. M. Deshayes, au contraire, à peu près vers la même époque, ne partagea pas cette opinion, puisque, dans le tome VIII de la nouvelle édition de Lamarck, il considère cette coquille comme ne devant former qu'un simple groupe parmi les Maillots. En face d'une telle autorité, nous avons longtemps balancé à suivre l'exemple de M. Grateloup, pour une coquille fossile non moins singulière que l'espèce vivante, et qui en offre tous les caractères génériques. L'examen attentif que nous en avons fait, et cette particularité de retrouver aux premiers temps de la période tertiaire la congénère d'une coquille qui ne vit plus que loin de nous sous les climats les plus chauds, nous ont déterminé à les grouper ensemble, plutôt que de les confondre dans un genre déjà très nombreux. C'est par le même motif que, contrairement à l'usage généralement reçu, nous n'avons pas conservé le nom d'*exarata* donné à cette coquille par M. Michaud. Nous avons cru que le nom de la localité où elle se trouve lui convenait d'autant mieux qu'il indique, en outre, d'une manière précise, l'âge de la couche qui la renferme.

Ce n'est point ici le lieu de discuter la valeur des caractères qui ont motivé notre opinion, seulement nous dirons que les trois plis columellaires, et la lame qui, prenant naissance au bord de l'ouverture, circule dans l'intérieur de la coquille, suivant un ou deux tours de spire, ou même plus, nous ont paru des raisons suffisantes, ne faisant d'ailleurs que nous ranger à l'avis d'un des naturalistes les plus savants du nouveau monde.

1. *Megaspira rillyensis*, M. de Rilly (Nob.). Pl. VI, fig. 1, *a*, 2, *a*, 3, *a*.

1838, *Pyramidella exarata* Michaud, *Act. soc. linn. Bord.*, vol. X, pag. 158, fig. 6.

Testa cylindracea, elongato-subulata, imperforata, sulcis confertis longitudinalibus regulariter elegantissimèque striata; anfractibus planis, numerosis (duodeviginti magisque) sensim accrescentibus; spira acuta, apice obtuso, mamillato; apertura ampla, subovata, supernè acuta, columella recta, triplicata, plicis obliquis, æqualibus, æquidistantibus; una lamellla in parieti aperturali intùs decurrente; peristomate reflexo.

Longueur, environ 50 millim.; largeur, 8 à 10 millim.

Coquille cylindracée, allongée, se terminant en pointe, imperforée, couverte de stries longitudinales assez fortes, un peu obliques, très serrées, régulièrement et élégamment disposées; tours de spire nombreux (18 à 20 et plus), plats, croissant insensiblement; spire aiguë, à sommet obtus et mamelonné; ouverture presque ovale, aiguë à sa partie supérieure; columelle droite, chargée de trois plis obliques, égaux et également distants; une lamelle située à l'entrée de l'ouverture, entre les deux bords, remonte dans l'intérieur de la coquille; péristome réfléchi.

M. Michaud (Mémoire déjà cité) s'est évidemment trompé sur le genre de cette coquille en en faisant sa *Pyramidella exarata* et l'on pourra s'en convaincre si l'on en étudie la figure qu'il en donne; celle-ci, en effet, ne représente que le sommet d'une coquille, ou un individu jeune; et quant aux sillons nombreux qui se remarquent à l'intérieur sur toute l'étendue du bord droit, et qui sans doute ont

(1) Μεγας, *magnus*; σπιρα, *spira*.

motivé l'opinion de l'auteur, ils sont pour nous imaginaires; du moins n'avons-nous jamais rien observé de semblable, quoique nous ayons eu sous les yeux beaucoup de fragments de tous les âges et dont un certain nombre avaient la bouche parfaitement conservée.

Notre *M. rillyensis* diffère de sa congénère vivante par plusieurs caractères; le *facies* général est le même, seulement l'espèce fossile est beaucoup moins grosse et beaucoup plus acuminée; les tours de spire sont, toutes proportions gardées, plus larges que dans l'espèce vivante; l'ouverture présente des différences encore plus marquées; dans notre espèce, elle est plus allongée et forme un angle aigu à sa partie supérieure; la columelle, droite et longue, supporte trois plis égaux, également distants, tandis que dans l'espèce vivante, elle est courte, et les plis sont réunis à côté les uns des autres; la lamelle occupe la même place dans les deux coquilles; dans la coquille fossile, elle s'enroule sur la columelle pendant près de deux tours (fig. 1 *b*).

Les fig. 2, 2*a*3, 3*a*, représentent l'extrémité de la spire que nous avions prise pendant longtemps pour un *Pupa*. Ces figures prouvent en outre que, dès le plus jeune âge, les plis de la columelle sont bien marqués.

On trouve très communément des fragments plus ou moins entiers de cette espèce remarquable.

Genre CLAUSILIA, *Clausilie* (Draparnaud).

1. *Clausilia contorta*, C. tordue (Nob.). Pl. V, fig. 24, *a*, *b*.

Testa sinistrorsa, fusiformi, ventricosa, subperforata, contorta, striis longitudinalibus confertis, obliquis, elegantissimè perfusa; anfractibus septenis vel octonis, convexis, sutura profundissima separatis; ultimo integro, magno, nec angustato nec anguloso; spira acuta, scalariformis; apertura ampla, subquadrato rotundata; columella uniplicata, pariete aperturali unilamellato, lamella parùm elata; peristomate continuo, acuto, vix soluto, reflexo.

Longueur, 14 à 15 millim.; largeur, 4 millim.

Var. *a. Magis elongata.*

Cette coquille diffère essentiellement de ses congénères; elle est sénestre, fusiforme, ventrue, couverte de stries longitudinales, obliques, très serrées, et remarquable surtout par la torsion de sa spire, dont les tours, au nombre de sept à huit, sont ventrus et séparés par une suture très profonde, ce qui lui donne un aspect scalariforme; le dernier tour n'est point atténué comme dans beaucoup d'espèces, et c'est à peine si l'on aperçoit par derrière un léger sillon, quelquefois deux, plus apparents vers le bord externe: l'ouverture large, presque ronde, légèrement quadrangulaire, n'offre que deux lamelles, l'une sur la columelle, l'autre, peu élevée, près de l'insertion du bord externe; le péristome aigu, continu, se détache à peine de l'avant-dernier tour et se réfléchit assez fortement en arrière — Assez rare.

2. *Clausilia Edmondi*, C. d'Edmond (Nob.). Pl. V, fig. 25, *a*, *b*.

C. strangulata Nob., *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. IV, p. 179.

Testa sinistrorsa, fusiformi, imperforata, striis longitudinalibus confertis, obliquis, elegantissimè perfusa; anfractibus octonis, subplanis; sutura impressa; ultimo anfractu attenuato, strangulato: spira acuta; apertura parva, contracta, uniplicata; columella unilamellata; peristomate continuo, expanso, valdè soluto.

Longueur, 11 millim.; largeur, 2 à 3 millim.

Cette espèce, bien distincte de la précédente, se rapproche par sa forme générale de la *Clausilia rugosa* et des espèces voisines; elle est sénestre, fusiforme, imperforée, couverte de stries longitudinales, obliques très fines et serrées; la spire est aiguë, composée de huit tours presque plats, séparés par une suture assez profonde, le dernier atténué; l'ouverture, petite, présente une forte

lamelle sur la columelle et un pli allongé au point de réunion des deux bords ; le péristome continu, très évasé, se détache entièrement de l'avant-dernier tour, au dessus duquel il forme une saillie très prononcée. — Très rare.

Genre BULIMUS, *Bulime* (Lamarck).

1. *Bulimus Michaudi*, B. de Michaud (Nob.). Pl. VI, fig. 4, *a*, *b*.

Testa sinistrorsa, ovato oblonga, ventricosa, perforata, tenuissimè striata, apice obtusa; anfractibus senis convexis; ultimo longiore, attenuato; sutura satis impressa; apertura ampla, ovoidea; peristomate simplici, acuto, valdè expanso, vix reflexo.

Longueur, 14 millim.; largeur, 6 millim.

Coquille sénestre, ovale-allongée, ventrue, perforée, à sommet obtus, présentant toujours le même système de stries; spire aiguë, composée de cinq tours convexes, le dernier comparativement plus haut que les autres; suture assez marquée, ouverture grande, ovoïde; péristome simple, aigu, très élargi, à peine réfléchi.

Le *B. Michaudi* a un peu le port des Maillots, et ressemble surtout à quelques espèces de Partules ; entre autres à la *Partula otaheitana*, Fer. Il est sénestre, comme elle, mais beaucoup plus petit. Un des échantillons que nous possédons conserve des traces de stries plus fines, semblables à celles qui recouvrent tant d'autres de ces espèces. Ce caractère semblerait l'éloigner du genre dans lequel nous le plaçons, mais nous avons cru devoir l'y maintenir, à cause de son *facies* général, qui est bien celui des Bulimes. — Très rare.

Genre ACHATINA, *Agathine* (Lamarck).

1. *Achatina Terveri*, A. de Terver (Nob.). Pl. VI, fig. 5, *a*, *b*.

Testa parva, elongato-oblonga, lævigata; anfractibus quinis, subconvexis, ultimo longiore, sutura impressa; spira acuta, apice obtuso; apertura elongata, suprà subacuta, spira subæquante; columella depressa; peristomate acuto.

Longueur, 6 à 8 millim.; largeur, 3 millim.

Coquille petite, allongée-oblongue, lisse; spire aiguë, à sommet obtus, composée de cinq tours légèrement convexes, séparés par une suture assez apparente; le dernier beaucoup plus long que les autres; ouverture allongée, rétrécie à sa partie supérieure, aussi longue que le reste de la spire : columelle déprimée; péristome aigu.

Cette petite Agathine est intermédiaire entre l'*A. folliculus*, Lam. et l'*A. lubricoides*, Fer. Elle est moins grosse et moins longue que la première ; sa spire est plus aiguë et son ouverture plus grande, par rapport à la longueur de la coquille ; elle diffère de la seconde en ce qu'elle est moins cylindracée, que ses tours de spire sont plus convexes et que la suture qui les sépare est mieux marquée. — Rarement bien conservée.

2 *Achatina rillyensis*, A. de Rilly (Nob.). Pl. VI, fig. 6, *a*, 7.

Testa vel dextra vel sinistrorsa, imperforata, elongato-turrita, longitudinaliter, tenuissimè striata; anfractibus ignotis, elongatis, planis, ultimo vix amplius, suturis impressis separatis; spira ignota; apertura longitudinali, acutè-ovata; labro columellare brevissimo; columella valdè uniplicata.

Longueur, inconnue; largeur, 4 millim.

Cette singulière coquille se trouve aussi souvent sénestre que dextre; elle est remarquable par sa forme très allongée et turriculée, l'égalité de ses tours de spire, dont chacun est à peine plus gros

que celui qui le précède et surtout par les caractères de son ouverture. A la loupe, on aperçoit des stries longitudinales très fines. La spire nous est inconnue et nous n'en avons pas trouvé un seul fragment parmi ceux assez nombreux que nous possédons des deux derniers tours; d'après le mode d'enroulement des tours et leur forme allongée, il est probable que la coquille était très longue et fragile, circonstances qui ont dû contribuer à sa destruction; l'ouverture est longitudinale, ovale-aiguë; les bords semblent se croiser, parce que le bord droit a son insertion sur le dernier tour, traverse le plan de l'ouverture et remonte presque parallèlement à la suture, tandis que le bord columellaire très court, en s'élargissant, se confond avec la columelle et y forme un gros pli tordu, qui coupe l'ouverture plus ou moins transversalement, quelquefois presque horizontalement au-dessous de son milieu; le péristome est simple et aigu, non réfléchi.

Cette coquille ne restera sans doute pas parmi les Agathines et formera plus tard un genre particulier. Nous sentons qu'elle ne réunit pas tous les caractères du genre auquel nous la rapportons, mais la difficulté de trouver une place qui lui convienne mieux nous a déterminé à l'y laisser quant à présent. Serait-ce une Lymnée? le bord columellaire, qui en s'élargissant devient un gros pli qui s'enfonce dans l'ouverture et tourne autour de la columelle, nous a paru l'exclure de ce genre. — Assez rare.

3. *Achatina cuspidata*, A. pointue (Nob.). Pl. VI, fig. 8, *a*, *b*, 9, *a*.

Testa parva, acuminata, vel dextera vel sinistrorsa; anfractibus septenis aut octonis, convexiusculis, lævis; sutura impressa; apertura elongata; labro columellare brevissimo, subreflexo; columella valdè uniplicata; peristomate acuto.

Longueur, 7 à 8 millim.; largeur, 2 millim.

Coquille petite, très pointue, dextre ou sénestre; spire composée de sept à huit tours convexes et lisses, séparés par une suture bien marquée; ouverture allongée; le bord columellaire, très court, s'élargit et forme sur la columelle un gros pli, qui coupe plus ou moins horizontalement l'ouverture et s'enfonce dans l'intérieur de la coquille; péristome aigu.

Cette petite espèce est très voisine de la précédente, si l'on ne considère que les caractères de l'ouverture, qui sont en effet les mêmes, mais elle s'en distingue par tous les autres, et principalement par sa très petite taille, sa spire pointue et le mode d'enroulement de ses tours qui croissent assez rapidement en grosseur.

Il est rare de la trouver dans un bon état de conservation.

4. *Achatina similis*, A. semblable (nob.), pl. VI, fig. 10, *a*, *b*, 11, *a*.

Testa parva, oblongo-acuta, vel dextera vel sinistrorsa; anfractibus septenis, lævis, ultimo ampliore; sutura satis profunda; apertura longitudinali oblonga, labro columellare brevissimo, subreflexo; columella valdè uniplicata; peristomate acuto.

Longueur, 7 à 8 millim.; largeur, 3 millim.

Coquille petite, oblongue, aiguë, dextre, ou sénestre, lisse; spire composée de sept tours assez convexes, le dernier plus grand; suture profonde; ouverture longitudinale oblongue; le bord columellaire, très ouvert, s'élargit et forme sur la columelle un pli qui coupe plus ou moins horizontalement l'ouverture et s'enfonce dans l'intérieur de la coquille; péristome aigu.

Nous ferons pour cette espèce les mêmes observations que pour la précédente, dont elle est très voisine et dont elle diffère par sa forme plus conique, moins acuminée, sa suture plus profonde et ses tours un peu plus convexes, qui croissent plus rapidement encore en grosseur. Il est rare de la trouver dans un bon état de conservation.

Genre Auricula, *Auricule* (Lamarck).

1. *Auricula remiensis*, A. rémienne (nob.), pl. VI, fig. 12, *a*, *b*.

Testa pygmæa, ovato-acuta, lævigata, imperforata; anfractibus quinis vel senis, ultimo ventricoso, multo majore, inflato: sutura excavata; spira breviuscula, acuta, subscalæformis; apertura elongata, arcta, spira duplo-majore; labro columellare in medio uniplicato; margine exteriore paululùm reflexo.

Longueur, 2 millim. 1/2; largeur, 1 millim. 1/2.

Très petite coquille, ovale-aiguë, lisse, perforée, composée de cinq à six tours de spire; suture profonde; spire aiguë, très courte, en forme d'escalier; ouverture allongée dont la hauteur est double de celle de la spire; la columelle porte un pli à son milieu; bord extérieur très peu réfléchi.

Cette jolie petite Auricule est très rare; nous n'en avons trouvé qu'un seul individu. Parmi ses congénères, soit vivantes, soit fossiles, il n'y a que l'*A. minima* Drap., qui puisse lui être comparée; toutes deux sont de même taille. — Très rare.

2. *Auricula Michelini*, A. de Michelin (nob.), pl. VI, fig. 13, *a*, *b*.

Testa minima, ovato-acuta, imperforata, lævigata? anfractibus quinis aut senis, convexiusculis, suturis excavatis separatis, ultimo majore paululùm inflato; spira plus minusve acuta; apertura ovali, angustissima; columella unidentata; pariete aperturali uniplicato; margine laterali unidentato; peristomate repando, reflexo.

Longueur, 3 millim.; largeur, 1 millim. à 1 millim. 1/2.

Cette petite coquille a encore plus de rapports que la précédente avec l'*A. minima* Drap.; elle est ovale-aiguë, imperforée, probablement lisse; sa spire, plus ou moins aiguë, se compose de cinq à six tours légèrement convexes, séparés par une forte suture, le dernier plus grand et renflé; la spire, plus ou moins courte, est aiguë et quelquefois un peu scalariforme; l'ouverture ovale, est très rétrécie par les trois dents ou gros plis dont elle est garnie; de ces plis, l'un est situé sur la columelle, l'autre sur le bord externe et le troisième, plus gros que les autres, sur ce que nous appelons le plan de l'ouverture, c'est-à-dire la partie de l'avant-dernier tour comprise entre les deux bords; péristome évasé et légèrement réfléchi.

L'*A. Michelini* est, comme nous l'avons dit, voisine de l'*A. minima* Drap.; elle s'en distingue cependant par sa taille plus grande, sa forme plus allongée, par le rétrécissement de son ouverture, la grandeur et la longueur de son dernier tour. — Très commune.

3. *Auricula Michaudi*, A. de Michaud (nob.), pl. VI, fig. 14, *a*, *b*.

Testa minuta, fusiformi, imperforata, striis obliquis, elegantissimè ornata; anfractibus septenis vel octonis, regulariter crescentibus, convexis. suturis excavatis separatis; apertura quadridentata, ovato-elongata, supernè angulata; columella biplicata; pariete aperturali interdùm uniplicato, margine laterali unidentato; peristomate repando, reflexo.

Longueur, 4 millim.; largeur, 1 millim. à 1 millim. 1/2.

Cette petite coquille, très allongée, fusiforme, imperforée, est élégamment ornée de stries très fines, obliques et serrées; les tours de spire, convexes, sont au nombre de sept à huit, croissant régulièrement et séparés par une forte suture; l'ouverture est rétrécie, ovale allongée, anguleuse supérieurement, bordée de trois dents, dont deux sont sur la columelle, une troisième, qui manque quelquefois, est sur le plan de l'ouverture, et la quatrième sur le bord droit; péristome évasé et légèrement réfléchi.

L'*A. Michaudi*, bien plus rare que la précédente, s'en distingue aisément, malgré les rapports qui existent entre elles. Celle-ci est plus allongée, plus fusiforme et offre un plus grand nombre de tours; l'ouverture est aussi plus allongée, moins rétrécie et presque toujours quadridentée.—Rare.

Genre CYCLOSTOMA, *Cyclostome* (Lamarck).

1. *Cyclostoma Arnouldi*, C. d'Arnould (Michaud), pl. VI, fig. 17, *a*, *b*.

1837, Michaud, *Mag. zool. de Guérin*, classe 5ᵉ, pl. 83.

Testa ventricoso-conica, solida, imperforata, sulcis confertis, flexuosis, obliquè striata; anfractibus suboctonis, convexis, sensim accrescentibus, penultimo suprà aperturam depresso; sutura distincta; apertura subrotundata; marginibus connexis, peristomate marginato, expanso; operculo ignoto.

Longueur, 22 à 25 millim.; largeur, 11 à 12 millim.

Coquille ventrue, conique, solide, imperforée, ornée de stries obliques assez fortes, serrées, flexueuses; spire obtuse et courte, composée d'environ huit tours convexes, croissant progressivement et dont l'avant-dernier porte une dépression remarquable au-dessus de l'ouverture; ouverture presque ronde à bords réunis; péristome évasé, marginé et légèrement réfléchi; opercule inconnu.

Il serait difficile de confondre ce joli Cyclostome avec d'autres espèces, soit vivantes, soit fossiles. Sa forme générale, et surtout l'aplatissement de l'avant-dernier tour au-dessus de l'ouverture, le feront facilement distinguer des espèces voisines. — Commun.

2. *Cyclostoma helicinæformis*, C. héliciniforme (nob.), pl. VI, fig. 16, *a*, *b*.

Testa orbiculato-conica, ad peripheriam acuto-carinata, latè umbilicata, striis obliquis elegantissimis utrinquè sulcata; spira conica, paululùm obtusa; anfractibus senis, convexiusculis, ultimo acuto-carinato, basi convexo; sutura lineari; apertura integra, rotunda; peristomate continuo, marginato, expanso.

Hauteur, 10 millim.; largeur, 15 millim.

Coquille orbiculaire, conique, largement ombiliquée, entourée d'une carène aiguë, couverte des deux côtés par des stries obliques assez fortes; spire moyenne, conique, composée de six tours très peu convexes, le dernier fortement caréné, convexe à la base; suture linéaire; ouverture ronde, entière; péristome évasé, continu, bordé extérieurement et fuyant; opercule inconnu.

Ce Cyclostome a beaucoup du *facies* des Hélicines et se rapproche surtout de l'*H. caracolla*, Moricand, belle espèce du Brésil. Il est moins grand et moins surbaissé qu'elle, et il est inutile d'ajouter que son ouverture entièrement ronde et son ombilic séparent les deux coquilles sous le rapport de l'espèce comme sous celui du genre.

Il est très rare de rencontrer cette jolie espèce aussi adulte et aussi bien conservée que l'individu que nous avons fait figurer. Plus jeune, elle se trouve plus communément.

3. *Cyclostoma conoidea*, C. conoïde (nob.), pl. VI, fig. 15, *a*, *b*.

Testa parva, acuto-conoidea, trochiformi, lævigata, subtùs rotundata, perforata; spira acuta; anfractibus senis, lævis, rotundatis, sensim accrescentibus, ultimo antè aperturam sensim attenuato; sutura profunda; apertura minima, integra, circulari; peristomate acuto, reflexo; operculo ignoto.

Hauteur, 6 à 7 millim.; largeur, 5 millim.

Coquille petite, conique, aiguë, trochiforme, lisse, perforée et arrondie en dessous; la spire se compose de six tours arrondis, séparés par une suture profonde; le dernier est rond et se resserre insensiblement vers l'ouverture; ce rétrécissement n'altère en rien la rondeur du tour, seulement il

diminue la grandeur de la bouche et donne à l'extrémité du dernier tour une apparence de gibbosité. L'ouverture est petite, entière, toute ronde, nullement modifiée par l'avant-dernier tour ; le péristome simple est légèrement réfléchi ; l'opercule inconnu.

Cette jolie espèce est bien distincte de toutes les espèces vivantes et fossiles que nous connaissons, et ne peut se confondre avec aucune d'elles. Elle a de grands rapports avec l'*Helix conoidea*, Drap., ce qui nous a engagé, pour le rappeler, à lui donner le même nom. Son ouverture parfaitement ronde et ses autres caractères génériques empêcheront toujours de les confondre.

On doit remarquer que, malgré l'abondance de ce Cyclostome et des trois ou quatre autres espèces operculées qui se trouvent dans ces calcaires, nous n'y avons pas encore découvert un seul opercule. — Commune.

Genre PHYSA, *Physe* (Draparnaud).

1. *Physa gigantea*, P. géante (Michaud), pl. VI, fig. 19, 20, 21, 22, 23.

1837, Michaud, *Mag. zool. de Guérin*, classe 5e, pl. 82, fig. 1-2.

Testa maxima, sinistrorsa, acuto-oblonga, crassa, spira acuta; anfractibus septenis vel octonis, convexis, ultimo multò majore; sutura distinctè nota; apertura oblonga, supernè angulata, infernè rotundata; labro simplici, crasso; columella crassa, lævigata, recta.

Longueur, 60 à 70 millim., largeur, 30 à 35 millim.

Var. *a* (nob.). — *Ovato-elongata; longitudinaliter tenuissimè striata; spira fusiformi, sutura vix impressa.*

Longueur, 40 à 50 millim.; largeur, 15 à 20 millim.

Coquille sénestre, oblongue aiguë, épaisse et solide; spire aiguë, composée de sept à huit tours convexes, le dernier beaucoup plus grand; dans quelques individus, ce dernier tour a, vers son milieu, un aplatissement qui rend sa saillie très prononcée au-dessus du précédent, et qui donne à la partie supérieure de l'ouverture un élargissement anormal (fig. 21); suture très marquée; ouverture ovale, anguleuse à sa partie supérieure, arrondie inférieurement, presque aussi haute que la spire. Columelle droite et lisse. Dans les vieux individus les deux bords sont réunis par une callosité plus ou moins épaisse qui, dans quelques uns des plus âgés, fait une saillie sur l'avant-dernier tour.

La fig. 22 ne représente, selon nous, qu'une modification de forme qui pourrait peut-être constituer une variété. Certains caractères, tels que sa taille plus petite, sa spire plus courte, sa forme ovale et plus ventrue, semblent en effet l'autoriser, surtout quand on considère qu'elle paraît être adulte. D'un autre côté, son ombilic large et profond, le peu d'épaisseur de son test, indiquent une coquille qui n'a pas acquis toute sa croissance. Ces dernières considérations nous ont engagé à la regarder comme étant un individu jeune, ou tout au plus comme une simple modification du type de l'espèce.

La variété *a* (fig. 20) se distingue parfaitement de ce même type par sa forme beaucoup plus allongée, presque fusiforme, par les tours de spire plus aplatis et la suture moins profonde; elle laisse apercevoir, ainsi que les jeunes individus (fig. 22 et 23), des stries longitudinales très fines, qui disparaissent à l'état adulte.

Cette variété allongée se rapproche beaucoup de la *Physa gallo-provincialis*, Math. Autant qu'on peut en juger sur des figures, la seule différence qui les sépare consisterait en ce que dans la coquille de Rilly la columelle est lisse, tandis qu'elle est torse dans la *Physa gallo-provincialis*.

Cette Physe, qui certainement est la plus grande du genre, sans en excepter les belles espèces publiées par M. Matheron, a déjà été décrite par M. Michaud. La figure qu'on lui doit ne représentant qu'un individu de petite taille, nous avons jugé utile de donner une série de figures pour bien faire connaître ce beau fossile, ainsi que ses modifications. — Très commune.

2. *Physa parvissima*, P. très petite (nob.), pl. VI, fig. 26, *a*, *b*.

Testa sinistrorsa, parva, acutissima, tenui, levi; anfractibus quaternis, convexis, celeriter accrescentibus; ultimo multo majore; sutura profunda; apertura angusta, elongatissima, spiram subæquante; columella recta; labro simplici.

Longueur 4 à 5 millim.; largeur 2 millim.

Coquille sénestre, petite, lisse, mince et très aiguë; spire composée de 4 tours convexes, qui croissent rapidement, le dernier beaucoup plus grand que les autres; suture profonde; ouverture très allongée, étroite, presque aussi longue que le reste de la spire; columelle droite; péristome simple.

Cette charmante espèce, la plus petite que nous connaissions, ne peut se confondre avec aucune autre. Sa taille, sa spire très aiguë, son ouverture très allongée et étroite, égalant le reste de la spire, la caractérisent et la distinguent parfaitement. — Très rare.

Genre VALVATA, *Valvée* (Muller).

1. *Valvata Leopoldi*, V. de Léopold (nob.), pl. VI, fig. 25, *a*, *b*.

Testa discoidea, depressa, suprà plana, subtùs latè umbilicata; anfractibus tribus, rotundis, suturis impressis separatis; apertura rotunda; peristomate integro, acuto, operculo ignoto.

Longueur, 3 à 4 millim.; hauteur, 1 millim.

Coquille discoïde, déprimée, plane en dessus, largement ombiliquée en dessous; trois tours de spire arrondis; suture très bien marquée; ouverture ronde, péristome entier, aigu; opercule inconnu.

La *V. Leopoldi* est, de toutes les espèces de Rilly, celle qui se rapproche le plus d'une espèce vivante. Elle est en effet si voisine de la *V. cristata*, Muller (*V. planorbis*, Drap.), que c'est peut-être à tort que nous l'en séparons. Elle est un peu plus aplatie en dessus que la *V. cristata;* elle croît aussi insensiblement qu'elle, mais plus rapidement en grosseur. — Très commune.

Genre PALUDINA, *Paludine* (Lamarck).

1. *Paludina aspersa*, P. chagrinée (Michaud), pl. VI, fig. 18, *a*.

1837, Michaud, *Mag. de zool. Guérin*, classe 5e, pl. 84, fig. 1-2.

Testa ovato-conica, ventricosa; solida, longitudinaliter tenuissimè striata; anfractibus quinis rotundis, ultimo maximo; sutura profunda; apertura ovato-rotunda, supernè subangulata; rima umbilicali angustata; marginibus connexis; peristomate continuo, extùs submarginato; operculo ignoto.

Longueur, 35 à 40 millim.; largeur, 25 à 30 millim.

Coquille ovale, conique, solide, ventrue, finement striée longitudinalement; spire composée de cinq tours très arrondis, séparés par une suture profonde, le dernier beaucoup plus grand que le reste de la spire; ouverture ovale, arrondie à la base, presque anguleuse supérieurement; fente ombilicale resserrée et presque recouverte; bords réunis; péristome continu, simple et non réfléchi; quelquefois seulement et chez les individus plus âgés, l'animal a fait plusieurs temps d'arrêt très rapprochés qui simulent à l'extérieur une sorte de bourrelet. Opercule inconnu. — Très commune.

2. *Paludina Nysti*, P. de Nyst. (nob.), pl. VI, fig. 24, *a*, *b*.

Testa parva, ovato-ventricosa, subacuta, imperforata, lævigata; anfractibus quaternis angustis, convexis, ultimò multo majore, ventricoso; sutura excavata; spira brevi; apertura ovato-subrotunda; peristomate continuo, acuto; operculo ignoto.

Longueur, 3 millim.; largeur, 2 millim.

Coquille petite, ovale ventrue, sub-aiguë, imperforée, lisse; spire courte, composée de quatre tours étroits, convexes, le dernier beaucoup plus grand, très ventru; suture profonde, ouverture ovale arrondie; péristome entier, aigu; opercule inconnu.

Dans la série assez nombreuse des petites espèces de Paludines que nous possédons, nous n'en connaissons pas qui puissent être confondues avec celle-ci. La seule qui ait quelques rapports avec elle, la *P. similis*, Michaud, est bien plus grosse, et par cela seul s'en distinguera toujours aisément. — Très commune.

Nous avons encore recueilli plusieurs coquilles très petites qui semblent appartenir aux genres Bulime, Vitrine, Auricule, etc., mais nous remettons à les décrire lorsque nous serons mieux fixé sur leurs véritables caractères.

Nous avons fait représenter (fig. 27, *a*, *b*, pl. VI) un fruit assez difficile à caractériser, mais qui se retrouve en abondance, quoique de moitié plus petit, près de Sézannes, dans des couches lacustres du même âge que celles de Rilly.

TABLE

DES MÉMOIRES CONTENUS DANS LA PREMIÈRE PARTIE DE CE VOLUME.

I. Recherches géologiques sur le Jura salinois, par M. Jules MARCOU. . . . . Page 1
II. Essai sur la distribution géographique et géologique des minéraux, des minerais et des roches sur le globe terrestre, avec des aperçus sur leur géogénie, par M. A. BOUÉ 153
III. Description des nouveaux fossiles microscopiques du terrain crétacé inférieur du département de la Haute-Marne, par M. J. CORNUEL. 241
IV. Description des Coquilles fossiles du calcaire lacustre de Rilly-la-Montagne, près Reims, par M. SAINT-ANGE DE BOISSY. 257

FIN DE LA TABLE.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Se trouve à Londres,

Chez BOSSANGE, BARTHÈS et LOWELL, Libraires,
14, GREAT MARLBOROUGH STREET.

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
Imprimeur de la Société géologique de France
RUE MIGNON, 2.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

DEUXIÈME SÉRIE.

Tome troisième. — Deuxième partie.

PARIS,

P. BERTRAND, ÉDITEUR, LIBRAIRE,

RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARCS, 53 (ANCIEN 65).

1850.

Avertissement.

La Société déclare qu'elle laisse aux Auteurs la responsabilité des faits et des opinions contenus dans leurs Mémoires.

I.

DESCRIPTION

DES

TERRAINS PRIMAIRES ET IGNÉS

DU DÉPARTEMENT DU VAR,

PAR H. COQUAND,

Docteur ès-sciences.

INTRODUCTION.

Lorsqu'en 1832 mes études géologiques et minéralogiques me guidèrent pour la première fois dans le Var, je fus surpris de la variété des produits que m'offrirent les montagnes littorales de ce département. L'Estérel surtout m'impressionna vivement par sa physionomie sauvage, ses vallées désertes et la sévérité de ses paysages. Je consacrai à cette époque plusieurs mois consécutifs à le parcourir dans tous les sens, visitant successivement les précipices de la Sainte-Beaume de Saint-Raphaël, les pics du Mont-Vinaigre, les porphyres du Rouit, taillés en murs gigantesques, et le promontoire du cap Roux qui s'avance si majestueux dans la Méditerranée. En 1837 (1), je rédigeai une notice succincte sur les principaux gisements des substances minérales que j'avais observés dans cette contrée. Depuis la publication de cette première ébauche, des voyages exécutés à plusieurs reprises en Corse, dans les Pyrénées, dans la Bretagne, dans les Alpes et en Italie, m'ayant permis de comparer entre eux des terrains devenus célèbres par les descriptions qu'en ont données des savants distingués, je compris mieux l'intérêt qui s'attachait à la constitution géologique de la chaîne des Maures et de l'Estérel, intérêt qui, me ramenant chaque année sur les mêmes lieux, me les rendait plus chers à mesure qu'ils me devenaient mieux connus. Appelé en 1839 à professer la géologie à Aix, j'esquissai à grands traits, dans le résumé imprimé de mes leçons (2), les caractères généraux des terrains de la Provence, et grâce aux matériaux que j'avais rassemblés, je pus fixer d'une manière exacte l'âge des

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, tome VII.
(2) Cours de géologie professé à Aix, 1839.

porphyres rouges quartzifères et des spilites qui jouent dans l'Estérel un rôle si important. De 1839 à 1842, je n'ai cessé de compléter les documents déjà amassés, et j'eus l'avantage, dans le dernier voyage que j'exécutai dans les montagnes littorales du Var, d'être guidé par l'excellent mémoire que M. Élie de Beaumont venait de publier tout récemment sur les Maures et sur l'Estérel dans le premier volume explicatif de la carte géologique de la France. Après le travail d'un géologue si célèbre, et qui laisse si peu à glaner après lui, j'aurais gardé le silence si je n'avais eu le bonheur de saisir des faits nouveaux relatifs à l'histoire des porphyres rouges, des spilites, ainsi qu'à la théorie du métamorphisme. Je dois avouer d'ailleurs, pour ma justification, que les encouragements de M. Élie de Beaumont lui-même m'ont inspiré une confiance que je n'aurais jamais eu l'ambition de puiser dans mes propres forces, et que c'est à ses conseils que je dois la détermination de retracer ce que j'ai vu dans mes courses nombreuses.

Les formations d'origine ignée que j'ai reconnues dans le département du Var sont au nombre de sept; elles comprennent la série presque complète des terrains nommés plutoniques. D'après leur ordre d'ancienneté relative, elles se classent de la manière suivante :

1° La formation granitique;
2° La formation des serpentines;
3° La formation des porphyres rouges quartzifères;
4° La formation des mélaphyres (*amygdaloïdes, spilites, trapps*);
5° La formation des porphyres bleus quartzifères;
6° La formation trachytique,
7° Enfin, la formation basaltique.

Un chapitre spécial est consacré à chacune de ces formations.

Si l'on en excepte le basalte dont on observe quelques dépôts éparpillés dans le département des Bouches-du-Rhône et sur quelques points du Var éloignés du littoral, toutes les autres formations se trouvent concentrées dans un rayon de 30 lieues environ sur une largeur de 20 kilomètres. Ce rayon s'étend depuis Six-Fours, près de Toulon, jusqu'à Cannes. Décrire donc les terrains ignés de la Provence, c'est s'occuper presque exclusivement de cette zone étroite.

La partie méridionale du Var est la seule où le terrain granitique et les schistes cristallins, dont on ne peut raisonnablement le séparer, se montrent à découvert : partout ailleurs, le sol montueux est formé par quelques lambeaux du terrain houiller, par la série complète des terrains secondaires, par les terrains tertiaires et par les alluvions récentes. La chaîne occupée par les roches cristallines s'étend depuis le golfe de Saint-Nazaire jusqu'aux environs de Cannes; mais elle est coupée en deux portions inégales, entre Roquebrune et Fréjus, par la large vallée de l'Argens. La première, connue sous le nom de Montagne des Maures, est limitée au S. par la Méditerranée, à l'E. par la rivière d'Ar-

gens, et du N. à l'O. par une ligne brisée qui relierait Vidauban, Pierrefeu, Hyères, Toulon et Six-Fours. Des lambeaux de grès bigarrés encroûtent bien le fond de quelques vallées, notamment celle de Collobrières et quelques contre-forts situés entre Hyères et Carqueranne; mais leur apparition ne modifie pas d'une manière sensible la physionomie de cette chaîne, dont les formes arrondies, les gorges étroites, les profondes vallées, les accidents et les roches rappellent naturellement, à part les proportions, certaines vallées secondaires des Pyrénées. Le point culminant de la chaîne des Maures, auquel semblent se souder les arêtes des autres montagnes, est la montagne de la Sauvette, haute de 780 mètres, située entre Pignans et Collobrières. C'est dans ce massif d'où s'échappe une ligne de sommités courant dans la direction E.-N.-E., et dont on suit le prolongement jusqu'au delà du Revest, que prennent naissance les rivières les plus considérables des Maures. Celle de Collobrières, qui, à sa source, est connue sous le nom de *Valescure*, parcourt une vallée délicieuse, qui, pour la fraîcheur de ses sites, la hardiesse de ses plans et la richesse de sa végétation, ne le cède en rien aux paysages les plus renommés.

Une autre chaîne parallèle à celle de la Sauvette forme la berge gauche de la vallée de la Molle, et atteint à Saint-Guillaume, au sud de Collobrières, sa plus grande élévation. Elle se dirige par le Nouguier vers la Chartreuse de la Verne, se continue dans les crêtes de la Magdeleine, en déversant ses eaux dans la rivière de la Molle, dont le courant, pendant les périodes de crue, est utilisé pour le flottage à bûches perdues des bois de pin dont sont revêtus les flancs des montagnes. La côte se trouve étroitement resserrée et parfaitement abritée contre les vents du nord par les contre-forts parallèles de la berge droite, qui se composent des hauteurs montueuses de Bormes, du quartier du Mont-Jean et de Gassin. Aussi est-ce entre le littoral et ce bourrelet protecteur que la végétation se montre la plus vigoureuse : les oliviers y atteignent les proportions des arbres de haute futaie; les palmiers, avec leurs régimes de dattes, les aloès, les orangers, les citronniers, les jujubiers et les grenadiers y croissent à l'envi, et étalent leurs fleurs et leurs fruits des pays chauds à côté des rocs où poussent sans culture les pins maritimes, les cystes épineux, les arbousiers, les myrtes, les lauriers-roses et les chênes à liége. Des coteaux sur les pentes desquels est assise la ville de Bormes, dit M. de Beaumont, l'œil s'égare avec délices sur les eaux bleues de la Méditerranée, et, revenant en arrière, il se promène et se repose sur cette vaste et belle rade d'Hyères, qui, entourée de ses îles comme d'un rang de cyclades, rappelle à l'imagination les golfes riants de la mer Égée, d'où quelques colonies grecques apportèrent autrefois en Provence les premiers germes de la civilisation. Hyères est préservé des vents du N.-E. par tout le massif des montagnes des Maures, et de l'influence trop directe de la mer par la montagne des Oiseaux, située au S.-O.; c'est une espèce de serre naturelle. Ses beaux jardins d'orangers et de citronniers, semés de quelques palmiers, rappellent

les environs de Syracuse ou les rivages de Majorque, plus que les côtes de la France.

Une autre rivière, celle d'Ailles, traverse la partie septentrionale des Maures, et se jette dans l'Argens entre Vidauban et le Muy.

Les granites et les schistes cristallins reparaissent au delà de la plaine de Fréjus, ainsi que nous l'avons déjà dit, et forment la base de la chaîne de l'Estérel; mais les grands escarpements porphyriques qui la traversent de l'E. à l'O. ont substitué aux formes arrondies des montagnes des Maures des lignes hardies et franchement accusées : seulement les pentes septentrionales, du côté des Adrets, en s'affranchissant des porphyres, trahissent dans les traits généraux de leur physionomie la présence des gneiss et des micaschistes dont elles sont composées, et qui prennent un développement considérable, car ils envahissent tout l'espace compris entre la Siane, Auribeau, la Colle-Noire, Bagnols et le pic de la Gardiole : un instant masqués par les grès houillers dans le haut des vallées du Reyran et du Bianson, et par les grès bigarrés entre Bagnols et le bois d'Esrolles, ils affleurent de nouveau à l'O. de ce village et constituent une bande allongée resserrée au S. par les murailles porphyriques du Rouit et d'Esclans, et au N. par les ressauts de Pennafort, où ils disparaissent sous les grès bigarrés, pour ne plus se montrer que sur quelques points en lambeaux séparés et insignifiants.

Comme si les dislocations auxquelles est due l'accidentation de la chaîne des Maures et de l'Estérel eussent offert des lignes de moindre résistance pour le passage des divers produits ignés qui se sont succédé après l'éruption des granites, l'étude du département du Var tend à faire admettre que les roches plutoniques de toute espèce ont choisi de préférence ce champ de fractures pour y venir représenter la série presque entière des terrains anormaux. C'est en effet au milieu des schistes cristallins que l'on observe à la fois les serpentines, les porphyres quartzifères, les mélaphyres et les basaltes ; et pour peu que vers l'E. on prolonge les limites que nous avons assignées aux roches primaires, les environs de Villeneuve, de Biot, et la vallée du Loup, nous montreront la formation trachytique nettement développée, laquelle complétera dans le Var la série des terrains ignés dont l'histoire est l'objet de ce travail.

CHAPITRE PREMIER.

GRANITE ET SCHISTES CRISTALLINS.

Le granite ne constitue pas dans le Var un terrain franchement indépendant : il se présente bien sur une foule de points, sous forme de filons, intercalé dans le gneiss ou dans le micaschiste ; mais on le voit rarement en grandes masses, de sorte qu'on peut le considérer comme subordonné aux schistes cristallins : il est vrai que les environs du Plan de la Tour, la côte de Sainte-Maxime, la pointe de Saint-Égout paraissent établir une exception aux lois générales de distribution de cette roche dans le département du Var; mais si on fait attention à la composition identique du granite porphyroïde du Plan de la Tour et de celui des environs de Roquebrune que l'on voit passer par nuances insensibles à un gneiss des mieux caractérisés, on se demande s'il existe véritablement une séparation naturelle entre ces deux roches, et s'il ne convient pas de considérer la plus grande portion des granites comme un état particulier du gneiss, tout en reconnaissant aux filons granitiques qui coupent les strates des schistes cristallins une origine éruptive à laquelle on peut raisonnablement attribuer les phénomènes métamorphiques qui ont transformé des dépôts argileux et des grès anciens en roches demi-cristallines. Ces dernières, à leur tour, offrent tous les passages imaginables depuis le granite schistoïde jusqu'au schiste argileux le plus grossier, et même à un quartzite dans lequel on réussit quelquefois à découvrir des fragments arrondis de quartz très bien reconnaissables.

En général, la partie la plus élevée des Maures, c'est-à-dire la zone comprise entre la rivière d'Argens et la montagne de la Sauvette, est occupée par les roches qui ont acquis l'état cristallin le plus complet, et il est à remarquer aussi que c'est la contrée où les granites sont le plus abondants. Depuis Collobrières jusqu'à Six-Fours, les schistes luisants, les phyllades dominent; mais cette distribution géographique n'a rien d'absolu; car on retrouve dans les îles d'Hyères, ainsi que dans l'Estérel, des micaschistes passant au gneiss et au schiste amphiboleux. La presqu'île de Porquerolles présente quelques couches de cypolin subordonnées aux schistes micacés. Dans la commune de Collobrières, où la même particularité se reproduit sur une plus grande échelle, le calcaire intercalé est grenu, d'une couleur rose très vive, et se trouve quelquefois mélangé de fer oligiste et d'une substance verdâtre qui se rapproche de l'épidote ou de l'idocrase. Au dessous de la Sauvette, au N. de Collobrières, j'ai découvert un gisement de sidérocriste, sur lequel j'aurai occasion de revenir; à l'E. de ce même village, on observe aussi des bancs très puissants de grenats en roche avec fer oxydulé emprisonnés dans un quartz blanc ou noyés dans une substance fibreuse rayonnée de

couleur grise qui seront décrits en leur place. Ces accidents rappellent d'une manière frappante les roches identiques de grenats qui existent au cap Calamita dans l'île d'Elbe, et dont la gangue offre pareillement ces substances radiées que les minéralogistes rapportent soit à l'amphibole, soit au pyroxène. Ces bancs obéissent à la direction générale des couches, et leur surface ferrugineuse qui les trahit de loin les fait ressembler au premier coup d'œil à de vastes filons de fer : enfin, comme accidents minéralogiques qui tempèrent un peu l'uniformité des micaschistes et des gneiss, nous citerons le Titane ruti e, le Disthène, l'Andalousite, la Staurotide et l'Amphibole. Ce dernier mineral se substitue quelquefois au mica, et fait passer alors la roche à un gneiss ou à un schiste amphiboleux qui alterne avec les autres schistes cristallins, et participe de leurs caractères généraux.

M. Élie de Beaumont, dans son Mémoire sur les Maures et l'Estérel, a dessiné l'aspect du pays, sa physionomie, décrit ses bassins, indiqué ses vallées, et il a orné ses descriptions géologiques d'aperçus intéressants sur les diversités de cultures et sur leurs rapports avec les différences d'exposition que présente cette contrée accidentée. Je renvoie donc au mémoire de ce savant pour tous ces détails que j'omets ici à dessein; mais comme le cadre de son travail ne comportait pas des digressions trop étendues, il s'est contenté d'esquisser le pays à grands traits. J'aurai par conséquent à m'occuper plus spécialement de la composition minéralogique des roches primaires, de leurs relations réciproques, ainsi que des faits généraux et particuliers qui se rattachent à leur histoire. Aussi, au lieu de conduire le lecteur, ainsi que l'a pratiqué cet observateur, d'une extrémité de la chaîne à l'autre, en lui en signalant les principaux accidents, je commencerai par indiquer les gisements les plus intéressants des roches que l'on trouve dans la chaîne des Maures et dans celle de l'Estérel; je décrirai ensuite les circonstances que présentent leurs diverses manières d'être, leurs directions, les filons qui les traversent et les minéraux qu'ils renferment.

§ I. Granite.

La chaîne de l'Estérel est principalement riche en granites, et présente à peu près toutes les variétés que l'on rencontre dans la Corse; mais celle qui domine dans le Var est un granite porphyroïde gris avec mica noir, dont le gisement le plus abondant se trouve dans la commune du Plan de la Tour, se prolonge vers Sainte-Maxime et disparaît sous les rochers de Roquebrune. Les cristaux hémitropes de feldspath blanc qui le lardent sont très nombreux, et atteignent quelquefois plusieurs centimètres de longueur. Ce granite ressemble beaucoup à celui du lac d'Oo dans les Pyrénées, et au granite porphyroïde du Monte Capanna de l'île d'Elbe : il n'admet aucun minéral accidentel. Les parties exposées à l'influence des agents atmosphériques se désagrégent avec la plus grande facilité, et

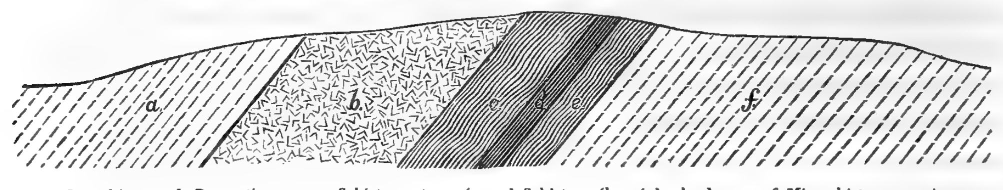
se convertissent en arènes grossières qui constituent le sol végétal de la commune du Plan de la Tour : les eaux torrentielles entament ces masses incohérentes avec la plus grande facilité et s'y creusent des lits profonds et tortueux qui deviennent de véritables fondrières.

En montant du Plan de la Tour vers le Revest, on peut étudier dans les déchirures dont le granite est traversé un mode particulier de décomposition. La masse se laisse diviser en sphères contiguës d'un volume variable, et chacune de ces sphères, dont le noyau central présente beaucoup de solidité, est composée d'enveloppes concentriques qui s'emboîtent régulièrement les unes dans les autres, et se détachent au moindre choc. Cette structure, que nous avons retrouvée dans les granites de Campo (île d'Elbe), et qui donne naissance à des blocs arrondis qu'on dirait avoir été amenés sur les lieux où on les observe par un courant énergique, est commune à la plupart des produits ignés ; car nous l'avons observée aussi dans certains gisements de mélaphyres et dans quelques basaltes.

On rencontre souvent, principalement dans la chaîne des Maures, des filons plus ou moins puissants d'un granite feldspathique blanc à gros grains, passant à la pegmatite et quelquefois au granite graphique, qui coupent dans diverses directions les couches des schistes cristallins. On commence à les observer sur la route d'Hyères et de Bormes : ils deviennent de plus en plus abondants vers les environs de la Molle; enfin les plus considérables se montrent dans les montagnes qui avoisinent la Garde-Freynet : on les retrouve pareillement dans les hauteurs qui dominent le hameau des Campaux, au-dessus de l'ancienne ferme des Pères, soit que l'on y arrive par le Nouguier, soit que l'on suive le chemin de la Chartreuse de la Verne. Ces filons de granite n'offrent aucun caractère constant dans leurs allures et dans leur puissance. Tantôt ils obéissent à la direction générale de la stratification, et ressemblent alors à des filons-couches ; tantôt ils la coupent sous différents angles, se bifurquent, se rétrécissent ou s'infléchissent de la manière la plus capricieuse : ces accidents se reproduisent à chaque pas dans les montagnes de la Magdeleine, où les granites sont recouverts par les basaltes, dans la chaîne qui sépare la baie de Cavalaire de la vallée de la Molle et dans le groupe montagneux de Gassin et de Grimaud. Entre Sainte-Maxime et Saint-Égout, en suivant les contours du littoral, on observe quelques uns de ces filons qui traversent le granite porphyroïde : leur postériorité par rapport à d'autres granites plus anciens, et par rapport aux schistes cristallins, se trouve donc complétement démontrée par les relations que nous venons de signaler ; mais les points les plus instructifs et les plus curieux à étudier sont, sans contredit, certains gisements entre la Garde-Freynet et Cogolin, sur lesquels plusieurs observateurs anciens, et tout récemment M. Élie de Beaumont, ont appelé l'attention : je veux parler de l'existence de couches graphyteuses subordonnées aux micaschistes, au contact des granites hébraïques.

« Le gneiss du golfe de Grimaud, dit M. de Beaumont (1), présente souvent des couches imparfaitement cristallines et mélangées de matières charbonneuses, qui décèlent son origine métamorphique. A Guignier, sur le chemin de Cogolen aux Quarrades, le gneiss contient des veinules charbonneuses ; mais le point le plus remarquable sous ce rapport est situé sur la route de Cogolen à la Garde-Freynet.

» Au S. 30° E. de Notre-Dame-de-Milamas, on observe un filon de granite graphique, à très larges lamelles, dont quelques points se décomposent en kaolin.



a. Micaschiste. — *b*. Pegmatite. — *c,e*. Schiste contourné. — *d*. Schiste mélangé de charbon. — *f*. Micaschiste avec veines mates charbonneuses.

Ce filon est de 20 à 30 mètres de puissance; il est accompagné de deux espèces de salbandes, larges de 3 à 4 mètres, formées d'un schiste mat noduleux, avec traces charbonneuses. Ce fait curieux est bien singulier ; car il semblerait prouver que le granite graphique, loin d'avoir exercé une action métamorphique, a, au contraire, prévenu celle qui, dans une foule d'autres points, a changé le schiste argileux en micaschiste (2). »

Les environs de la Garde-Freynet ne sont pas les seules localités où l'on surprenne les schistes carburés au contact ou dans le voisinage des pegmatites : ce phénomène se reproduit ailleurs et notamment dans le massif de l'Estérel. En effet, en se rendant de Bagnols à la Colle-Noire par la route de Draguignan à Grasse, on retrouve les gneiss et les micaschistes sillonnés de distance en distance par des filons de granite. Au confluent du Reyran et du torrent qui descend des limites du bois de Saint-Paul et des fermes de Séricié et du Gardon, on voit un dyke de pegmatite passant au kaolin, de plusieurs mètres de puissance, engagé au milieu d'un micaschiste courant E.-N.-E. O.-S.-O., en plongeant N.-N.-O. 80° — Au contact, celui-ci est non seulement très graphiteux; mais la pegmatite contient elle-même plusieurs nids d'une matière noirâtre, onctueuse, tachant fortement les doigts, d'un éclat un peu satiné, perdant sa couleur au feu, et laissant pour résidu une espèce de schiste tripoléen feuilleté. Le micaschiste carburé diffère si peu de quelques psammites charbonneux des terrains houillers du

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, tome I, page 455.

(2) Cette figure est empruntée au premier volume explicatif de la *Carte géologique de la France*. Le bois, ainsi que quelques diagrammes qui sont donnés plus loin, a été mis à ma disposition par M. de Beaumont avec la plus grande obligeance.

Reyran et du Plan-de-la-Tour, qu'il faut les avoir observés en place pour ne point se tromper sur leur véritable origine. Nous aurons occasion, dans le cours de ce chapitre, de citer de nouveaux exemples de cette nature dans les micaschistes de Collobrières et des environs d'Hyères, où nous les trouverons associés à des roches talqueuses réagrégées qui nous aideront à prouver la production métamorphique des schistes cristallins de la partie méridionale de la Provence Ajoutons que, dans les diverses localités que nous venons de citer, les pegmatites renferment très fréquemment des tourmalines noires qui rappellent les granites modernes des Pyrénées et de l'île d'Elbe.

Le granite reparaît dans la chaîne de l'Estérel, et forme avec les gneiss et les micaschistes la charpente de cette contrée montueuse où se montrent en même temps les porphyres rouges, les amygdaloïdes, les mélaphyres, les terrains houillers et les grès bigarrés. Le lit du Reyran est encombré de blocs très volumineux de cette roche. La variété la plus répandue est un granite rose à éléments moyens rempli de cristaux de tourmaline noire et de petits grenats dodécaédriques d'un éclat assez vif. Il provient en grande partie des montagnes d'Esrolles où il existe en filons irréguliers. Dans les environs de Cannes un granite rouge à grains grossiers et à mica noir se lie intimement avec un gneiss très feldspathique de même couleur, et constitue évidemment une roche d'éruption dont la structure schistoïde est due à l'abondance du mica qu'elle renferme. Je citerai les montagnes d'Endelcs, adossées à la chaîne porphyrique du Rouit, comme renfermant aussi du granite avec profusion ; mais la variété la plus remarquable, je l'ai recueillie dans un vallon que l'on traverse sur la ligne de Bagnols à la Colle-Noire, entre le Gardon et Puijobert : le feldspath rose, le mica noir, le quartz, et la parfaite cristallinité de ces trois éléments en font une roche d'un bel effet, et qui se rapproche par l'éclat comme par la texture de certaines syénites d'Égypte. On y remarque en outre de nombreux cristaux de pyrite arsenicale. Il deviendrait sans intérêt comme sans utilité de signaler tous les accidents de couleur ou de structure que présentent les granites de l'Estérel.

Le granite se dépouille quelquefois de son feldspath, et constitue alors une hyalomicte dont nous connaissons deux gisements : le premier à l'O. du Prat d'Auban, dans la vallée du Reyran, et le second à 500 mètres environ de la Garde-Freynet, sur la route du Plan-de-la-Tour. Enfin, j'ai reçu des échantillons de cette roche absolument semblables à ceux du Prat d'Auban, et qui ont été recueillis par M. Doublier dans les alentours de Cogolin. Dans ces deux dernières localités, l'hyalomicte forme un filon de 1 à 2 mètres de puissance au milieu des micaschistes, et il est composé d'un quartz vitreux et d'un mica doré, dont les larges écailles se détachent vivement sur le fond de la roche. Bien que le mica n'y forme point des traînées continues, et que le quartz y soit plutôt compacte, la masse affecte cependant une tendance vers la structure schistoïde. A la Garde-Freynet, les éléments sont plus mélangés et le grain plus serré. C'est un vé-

ritable *greisen* fort tenace, qui renferme accidentellement de petits grenats cristallisés.

Il ne me reste plus, pour en finir avec les granites, qu'à signaler une variation de composition que j'ai remarquée dans les environs de Saint-Tropez. Au S. de cette ville, à la campagne de M. Broquier, quartier de Saint-Antoine, on trouve, au milieu d'un gneiss porphyroïde, une grande quantité de blocs arrondis d'une roche noirâtre qui, au premier aspect, paraît offrir tous les caractères d'une diorite. Examinés plus attentivement, ils laissent reconnaître un granite amphiboleux à grains très serrés peu riche en quartz. Ces blocs, détachés les uns des autres et qui semblent disposés en trainées, proviennent d'un gisement, qui se trouve recouvert aujourd'hui en grande partie par la terre végétale : aussi n'est-il pas facile de saisir clairement leurs relations avec les gneiss encaissants; mais ils représentent incontestablement les affleurements d'un puissant dyke de syénite, qui s'est fait jour à travers les schistes cristallins, et qui, par le refroidissement ou une décomposition concentrique semblable à celle que nous avons signalée dans les granites porphyroïdes du Plan-de-la-Tour, aura pris la forme de grosses sphères irrégulières. On a tiré parti de ces blocs, qui sont d'une grande dureté, en en construisant, après les avoir préalablement fendus, des murailles sèches destinées à retenir les terres. C'est probablement d'un gisement analogue que proviennent les fragments roulés d'une roche verte, composés de paillettes d'amphibole et de quartz, véritable hyalomicte amphiboleuse, que l'on trouve en assez grande abondance sur la côte, entre Sainte-Maxime et le cap Lisandre.

En faisant abstraction du granite porphyroïde du Plan-de-la-Tour, on voit que le granite, dans le Var, n'occupe pas des contrées étendues, mais qu'il y existe plutôt en filons, qui ont traversé les gneiss et les micaschistes dans tous les sens, en s'enchevêtrant quelquefois avec eux, de manière à composer une masse dans laquelle la distribution des éléments est tellement capricieuse, qu'à quelques exceptions près il serait peut-être plus rationnel de considérer le tout comme le résultat d'une modification générale, que de s'attacher à établir des distinctions basées sur les caractères minéralogiques seulement, et qui s'accorderaient mal avec l'idée que tous les granites sont arrivés au jour sous forme éruptive. C'est au surplus la conclusion à laquelle est arrivé M. de Beaumont relativement à certains granites de la chaîne des Vosges, qui présente avec la constitution géologique de la bande méridionale du département du Var des rapports de ressemblance si frappants, que la description d'une de ces deux contrées pourrait s'appliquer presque littéralement à l'autre. Ainsi, suivant ce géologue (1), le granite commun des Vosges et la leptynite, proviendraient, comme le gneiss, d'un changement d'état cristallin du terrain schisteux, déterminé par une fusion plus complète que dans les cas du gneiss.

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, tome I, page 327.

§ 2. Gneiss.

Le gneiss forme la base des schistes cristallins en se liant d'un côté au granite, comme on le voit dans les environs de Cannes et dans la vallée de Reyran, et de l'autre côté aux micaschistes et aux phyllades. Il abonde surtout dans les régions où le granite prend un plus grand développement (Sainte-Maxime, Garde-Freynet, Roquebrune). On les trouve aussi, mais plus rarement, alternant avec les micaschistes et les schistes argileux. Lorsque le feldspath domine, sa stratification en grand est nette, et les masses qu'il compose se divisent en larges écailles qui, sur quelques points et notamment dans la chaîne qui sépare la vallée de Collobrières de celle de la Molle, se dressent en pics et en arêtes dont l'aspect rappelle un peu les sommités des hautes vallées des Alpes.

La composition du gneiss est extrêmement simple; seulement il faut distinguer celui dans lequel l'amphibole verte, remplaçant le mica, donne naissance à une syénite schisteuse assez abondamment répandue dans la chaîne des Maures. On en rencontre de très belles couches à la montée de Gassin, à la rade de Cavalaire dans le ruisseau qu'on est obligé de franchir avant d'arriver à la campagne de M. de Pradines, dans le voisinage des Serpentines des Quarrades, entre les deux fermes des Campaux sur la route de Sainte-Maxime, à Fréjus, et sur une foule d'autres points qu'il est inutile de mentionner. Ce qu'il y a de singulier, c'est que le gneiss amphiboleux ne renferme jamais de tourmalines. D'autres fois enfin, le talc se substitue au mica ou à l'amphibole, et constitue une protogyne feldspathique un peu schistoïde, de couleur verdâtre, un vrai *granite veiné* de Saussure, mais sans jamais former, comme le gneiss ordinaire ou le gneiss amphiboleux, des couches d'une certaine étendue.

A part ces différences de composition, le gneiss se présente toujours avec des caractères constants, et ne varie guère que par la prédominance de quelqu'un de ses éléments constitutifs. Il contient fréquemment des cristaux de feldspath blanc ou rosé qui lui donnent la structure porphyroïde. On en observe un très beau gisement à la montée de Gassin, à l'E. de ce village, dans les environs du Revest, dans le quartier de Saint-Antoine, près de Saint-Tropez, sur le revers des montagnes de Roquebrune où on les voit surmontés par les masses imposantes des conglomérats porphyriques, et dans quelques points de la chaîne de l'Estérel. A Cannes les gneiss sont très feldspathiques, de couleur rouge, avec mica noir : ceux de la vallée du Reyran renferment des tourmalines en assez grande abondance. C'est pareillement dans un gneiss feldspathique que j'ai recueilli, dans les environs de la Molle, le disthène bleu. Le premier gite est rapproché de l'ancienne carrière de la Serpentine des Campaux, d'où les Chartreux ont tiré la plus grande partie des matériaux qui ont servi à la construction du couvent de la Verne. Le deuxième existe dans la montagne qui

sépare la baie de Cavalaire de la vallée de la Molle, sur le chemin même qui conduit des propriétés de M. de Fons-Colombe au hameau des Canadaux. Ce minéral n'est pas très abondant et semble avoir choisi de préférence pour gangue les portions de gneiss, qui passent au granite ou à la pegmatite, et qui s'isolent en filons au milieu des schistes cristallins.

Les gneiss de ce même hameau des Canadaux sont pénétrés de graphite qui, quelquefois, devient tellement abondant que des spéculateurs croyant y voir les indices d'une mine de charbon de pierre y ont tenté des essais sérieux. Des traces charbonneuses observées dans les gneiss de la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines et du val d'Ajol, dans les Vosges, ont pareillement donné lieu à des recherches de houille. Aussi M. Puton (1) considère ces dépôts d'anthracite ainsi que les gneiss, au milieu desquels ils sont encaissés, comme appartenant à un terrain de transition bien caractérisé.

§ III. Micaschistes.

Dans la contrée que nous décrivons, il en est des micaschistes comme des gneiss; ils se montrent partout d'une extrémité de la chaîne à l'autre : leur association avec ces dernières roches et avec les phyllades est assujettie aux mêmes lois de position et de distribution. On peut dire cependant qu'ils dominent dans la composition générale des montagnes littorales du département du Var, et que, comme le gneiss, ils sont d'autant mieux caractérisés par leur cristallinité qu'ils se rapprochent davantage du centre des filons granitiques : aussi est-ce à partir de Saint-Guillaume, à l'E. de Collobrières, et en traçant de ce point une ligne courbe, qui passerait par les îles d'Hyères, par Bormes, par Saint-Egout, et viendrait se refermer à Saint-Guillaume, en suivant la rivière d'Argens jusqu'en face du Muy, et en touchant à Pignans, que l'on en rencontre les plus grandes masses. C'est aussi dans le même espace que se trouvent concentrés les filons métallifères et la plus grande abondance de minéraux disséminés. Parmi ces derniers nous devons mentionner : 1° la staurotide ; 2° le grenat ; 3° la tourmaline ; 4° le titane rutile ; 5° le disthène ; 6° l'andalousite.

La *staurotide* s'y présente, comme au Saint-Gothard, en cristaux prismatiques à six pans par suite de la modification des deux arêtes aiguës du prisme rhomboïdal. Sa couleur est rouge sombre. Elle est constamment associée à des grenats et parfois à du disthène dans les îles d'Hyères, dans les micaschistes de la vallée de la Molle, et notamment dans la ligne de montagnes désignées sous le nom de Montjean, au S.-E. de la Molle, et dont les ramifications escarpées abritent la rade de Cavalaire. On la recueille pareillement à la Verne, aux Campaux, ainsi que dans les lits des torrents voisins dont les eaux en charrient de nombreux fragments. Quelques blocs de micaschiste contiennent de la staurotide en

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, tome I, page 467.

si grande abondance que leur surface revêt une forme rugueuse dessinée par les cristaux qui ont résisté plus que la gangue aux attaques des agents destructeurs.

Les *grenats* appartiennent tous à la variété almandine, et se montrent dans les mêmes localités que la staurotide, ainsi que dans les environs de Collobrières où ils constituent des masses très puissantes. Les formes qu'ils affectent le plus ordinairement sont le dodécaèdre rhomboïdal et le trapézoèdre ; mais les faces des cristaux sont tellement bombées et arrondies qu'il est difficile de se procurer de bons exemplaires.

La *tourmaline*, beaucoup plus rare que les deux substances précédentes, préfère se loger dans les veines de quartz qui traversent les micaschistes. Elle est constamment noire, privée de sommets, rarement en cristaux isolés, mais le plus fréquemment en petites masses bacillaires et flabelliformes. Elle abonde entre les Campaux et la Garde-Freynet, sur les revers des montagnes qui s'abaissent vers Collobrières ; elle reparaît aussi dans les micaschistes de l'Estérel.

Le *titane rutile* est un minéral peu commun, qui n'a guère été rencontré que dans l'île de Porquerolles et dans les environs de la Molle. Sa gangue est un quartz laiteux parsemé de lames de mica (hyalomicte) que l'on trouve engagé en petits filons au milieu des micaschistes.

Le *disthène* existe à l'île de Porquerolles et aux environs de la Molle en masses lamello-bacillaires, composées de cristaux aplatis et logés dans le sens des feuillets du schiste micacé. Sa couleur, quoique tirant d'une manière décidée sur le bleu, est d'un ton un peu plus pâle que les disthènes du Saint Gothard ; quelquefois elle est salie par une teinte jaune de rouille, qui provient probablement d'un commencement d'altération.

L'*andalousite* a été recueillie pour la première fois dans les îles d'Hyères. Elle s'y montre en prismes à base carrée. Depuis je l'ai retrouvée dans les montagnes des Campaux, engagée, comme à Porquerolles, dans un micaschiste à paillettes très brillantes.

Telles sont les substances minérales les plus remarquables que l'on trouve disséminées dans les micaschistes du Var : on pourrait y ajouter le quartz cristallisé ; mais nous aurons occasion de le citer, lorsque nous parlerons des couches et des filons de quartz qui traversent dans toute son épaisseur le système des schistes cristallins.

Les principales roches subordonnées aux micaschistes sont les *schistes amphiboleux*, les *cipolins*, le *sidérocriste* ou *itabirite* et les *grenats en roche* avec fer oxidulé.

Les schistes amphiboleux s'observent à peu près dans les mêmes localités où nous avons indiqué les gneiss syénitiques, puisqu'en réalité ils ne sont qu'une variété de ces derniers privée seulement de feldspath. Ils se fondent insensiblement dans la masse des micaschistes, et possèdent toujours une stratification nette. Les environs de Collobrières présentent la réunion complète de ces divers produits ; les schistes amphiboleux y sont de plus concomitants des sidéro-

cristes, et constituent au-dessus de la montagne de la Sauvette un système de couches dans lequel ces derniers sont enclavés. Leur ténacité est beaucoup plus grande que dans les micaschistes : cette particularité tient probablement à la disposition de l'amphibole dont les fibres entrelacées privent la roche d'une structure foliacée ; aussi les ruisseaux en ont détaché des blocs très volumineux qui, résistant mieux que les autres roches à l'usure et à la désagrégation, se laissent entamer difficilement par le marteau. J'ai soumis plusieurs échantillons de ce schiste amphiboleux à l'influence de l'aiguille aimantée, et j'ai remarqué que pour le plus grand nombre ils étaient doués des propriétés magnétiques.

Les calcaires sont une rareté dans la chaîne primaire du département du Var. Saussure a été le premier naturaliste qui les y ait signalés. Voici ce que nous lisons à ce sujet dans le mémoire de M. Élie de Beaumont :

« Ce que les schistes de la presqu'île de Giens présentent peut-être de plus » remarquable, c'est la présence de couches calcaires qui y sont intercalées ; elles » se trouvent près de la pointe occidentale où les roches du système schisteux » ont quelque chose de moins cristallin, de plus arénacé, et une teinte plus grisâtre que dans les autres parties, et se réduisent même en quelques endroits à » des quartzites schistoïdes blanchâtres ou gris. Saussure a observé les couches » calcaires à vingt-quatre minutes de la Madrague, en tournant au midi au cap » Scampobariéou, composé de pierres calcaires compactes, bleuâtres, en couches » minces, coupées par des veines de spath blanc, ainsi qu'à la pointe du Pignet, » à l'O., où les pierres calcaires sont grenues, gris-blanchâtre, d'un grain médiocrement grossier et assez brillant, avec des veines de spath calcaire blanc » mélangé de quartz. Les veines sont toutes inégalement épaisses, mais toutes » parallèles aux couches de la pierre : celles-ci sont tourmentées comme celles » du schiste argileux (1). »

Dans la commune de Collobrières, les cipolins reparaissent ; mais au lieu d'être subordonnés comme ils le sont à la presqu'île de Giens, à un schiste argileux passant à un quarzite, et de présenter la couleur gris-bleuâtre qui s'écarterait le moins de la teinte originelle, ils sont grenus, colorés en rose très vif, et intercalés dans un micaschiste verdâtre un peu talqueux, mais très remarquable par sa cristallinité et par les minéraux accidentels qu'il renferme. Ici, point de veines de spath blanc, mais même parallélisme avec les bancs qui les encaissent, mêmes veines ou nids de quartz allongés dans le sens des couches ; ils contiennent en outre une substance fibreuse verte qui paraît se rapporter à l'épidote, ainsi que des paillettes de fer oligiste logées sous forme d'enduit dans les joints des feuillets. Il est rare que le calcaire constitue des bancs continus ; c'est plutôt en amygdales, en grandes loupes, en plaques entrelacées, qu'il est contenu dans le micaschiste. On commence à rencontrer les premières traces de ce cipolin dans

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, tome I, page 449.

le vallon de la Maillière au S.-O. de Collobrières ; il reparaît sous le pont de la rivière à l'entrée même de ce village, et il remonte, mais avec des solutions de continuité et des lacunes occasionnées par la présence de quelques vallées d'écartement ou par les dénudations qui en ont été les conséquences, jusqu'au-dessus de la vallée de Valescure, dans les alentours du quartier dit Cros-du-Mouton, après avoir affleuré aux Cannebières et sur plusieurs autres points, d'après une ligne droite qui joindrait le Cros-du-Mouton et Collobrières et dirigée comme les couches du schiste cristallin E.-N.-E., O.-S.-O. Pourtant, dans les sommités de la Valescure, les schistes talqueux sont moins cristallins; ils passent à une phyllade unie, noirâtre et satinée qui se rapprocherait un peu plus de la roche de la presqu'île de Giens. Le calcaire y conserve sa belle couleur rosée. On recueille dans la rivière même de Collobrières quelques échantillons dans lesquels le talc, de grandes lames de mica, le quartz et le calcaire se trouvent mélangés de manière à faire ressembler la roche à un granite du plus bel effet (1). Il paraît hors de doute que les deux gisements de cipolins de Giens et de Collobrières, qui se trouvent disposés sur une même ligne, appartiennent à un même système de couches, et sont le prolongement réciproque l'un de l'autre. La présence du fer oligiste et de l'épidote, ainsi que l'état cristallin plus parfait, qui caractérisent les calcaires de cette dernière localité, seraient le résultat d'une modification plus énergique subie par les couches les plus rapprochées des filons granitiques que l'on peut considérer raisonnablement comme l'agent modificateur. C'est aussi dans la même zone que l'on rencontre les micaschistes les plus riches en minéraux accidentels, le plus grand nombre de filons et des roches exceptionnelles qui, telles que les grenats en masse et les sidérocristes, attestent l'influence des actions plutoniques.

Aux traits de ressemblance que nous avons eu occasion de mentionner entre les Vosges et la bande littorale du Var, nous en ajouterons un nouveau et fort remarquable qui consiste en la présence du calcaire saccharoïde au milieu du gneiss, aux environs de Sainte-Marie-aux-Mines, au Chippel et ailleurs, où il est exploité comme marbre. Celui de Paveline-devant-Saint-Dié est traversé par des filons de quartz qui en rendent l'emploi difficile dans la marbrerie (2). M. Hogard y a signalé l'existence du diallage, du talc, du pyroxène, du cuivre et du plomb sulfurés, et quelques parcelles de fer oligiste (3).

Le sidérocriste que l'on ne connaissait jusqu'ici que dans le Brésil où il est dé-

(1) J'ai fait façonner quelques fragments de ce cipolin qui acquièrent un poli parfait. Seulement la présence du quartz, qui rend l'opération très dispendieuse, ne permettrait pas d'employer le marbre avec avantage.

(2) Voltz. *Topographie minéralogique de l'Alsace*, page 11.

(3) Hogard. *Système des Vosges*, pages 301 et 305.

signé sous le nom d'*itabirite*, se montre au-dessus de la bande à cipolin, dans le quartier du Cros de Bernard au N.-E. de Collobrières, et au-dessous du point culminant de la chaîne des Maures, la montagne de la Sauvette. Je l'y découvris en 1839 dans une course qui avait pour but la recherche de mines de fer dont on soupçonnait l'existence, et sur lesquelles l'aspect ocreux de quelques couches de grenats, joint à leur pesanteur, avait éveillé l'attention. Le gisement n'est point facile à découvrir tant à cause des embarras sans cesse renaissants que vous créent des montagnes sans chemins, découpées par des milliers de gorges, qu'à cause du peu d'étendue qu'occupent les affleurements. Toutefois, je vais tâcher de donner des indications précises qui serviront à s'orienter dans ces lieux sauvages et bocageux (1). En se rendant de Collobrières à la Sauvette, on traverse d'abord le pré de Prateau; puis on se trouve engagé entre deux torrents qui descendent des hauteurs septentrionales, et dont l'intervalle est occupé par des montagnes connues sous le nom de quartier de Vaudretches : après les avoir remontées pendant une demi-heure environ dans la direction du roc des Ferrets, on aperçoit à sa gauche quelques granges éparpillées, dont l'une est appelée Cros de Bernard. Si, une fois arrivé sur ce point, on se tourne vers le nord, on n'a qu'à gravir la montagne à peu près perpendiculairement à la direction des arêtes dominantes qui se dressent en face, à travers un bois de châtaigniers, pour rencontrer en place le sidérocriste : quelques fragments détachés, et qui ont été entraînés en dehors de leur lieu de provenance en glissant sur le plan incliné du sol, annoncent le voisinage du gisement. On observe d'abord des schistes talqueux verdâtres grenatifères, passant insensiblement à un schiste amphiboleux très dur, au milieu duquel le sidérocriste forme trois ou quatre couches subordonnées peu distantes les unes des autres, et pouvant atteindre dans leur ensemble une puissance de 10 à 12 mètres. Cette roche est exclusivement composée de quartz et de fer oligiste disposés en plaques minces, et conservant dans la cassure transversale cette disposition rubannée particulière aux roches schisteuses. Il paraît que l'oligiste est mélangé en certaine proportion avec de l'oxidule, car quelques fragments agissent avec force sur l'aiguille aimantée : le quartz est vitreux, et ne diffère en rien de celui qui constitue les micaschistes; le fer oligiste se trouve disposé en petites paillettes qui se détachent avec facilité, et jouent tout à fait le même rôle que le mica dans les schistes micacés, ou bien il existe en plaques juxtaposées très serrées et alternant régulièrement avec les bandes de quartz. Le schiste amphiboleux participe de la propriété magnétique du sidérocriste, mais à un bien plus faible degré : le système entier est dirigé O.-N.-O., E.-S.-E. et plonge N.-N.-E. C'est dans des conditions à peu près identiques que se présente la roche de Combenègre, au-dessus de Villefranche, dans l'Aveyron ; seulement le mica y est rem-

(1) Dol, aubergiste à Collobrières et fameux chasseur, est le meilleur guide que l'on puisse choisir pour se faire indiquer le gisement du sidérocriste et du grenat.

placé par le fer oxydulé. Ce dernier gîte, que j'ai visité en 1848, avait été l'objet de quelques recherches (1).

Nous avons déjà eu l'occasion de mentionner l'existence des grenats dans les micaschistes de la Molle; mais nous ne les y avons vus qu'à l'état disséminé. Dans la commune de Collobrières, ils forment des couches de plusieurs mètres d'épaisseur, qui sont subordonnées aux schistes micacés dont elles partagent tous les accidents de stratification, et elles se prolongent à d'assez grandes distances. Le gisement le plus remarquable s'observe au quartier de Vaubernier, à l'E. de Collobrières, dans le massif de la montagne qui sépare cette vallée de celle de la Molle, à peu près en droite ligne des Campaux. On s'y rend par le vallon de la Maillière que l'on remonte, jusqu'en face d'un moulin à vent ruiné que l'on laisse à sa gauche pour franchir le col qui établit la séparation des eaux de ce vallon d'avec celui qui aboutit en face du pré de Castau. Les grenats se trouvent à peu près à la limite d'un bois de châtaigniers et d'un bois de pins d'où l'œil plonge à la fois et dans le vallon de la Maillière et dans la vallée de Collobrières. Ils sont entassés confusément en cristaux dodécaédriques ou en trapézoèdres peu distincts, et dans les parties exposées à l'air ils se désagrégent avec la plus grande facilité, et donnent naissance à une arène grossière ferrugineuse. La masse principale a plus de 2 mètres d'épaisseur, et elle est encaissée au milieu des micaschistes : il existe en outre quelques autres couches plus faibles qui conservent le parallélisme le plus parfait entre elles ainsi qu'avec les schistes cristallins dans lesquels elles sont enclavées. La plus grande couche est presque entièrement composée de grenats agglutinés, sans l'intermédiaire d'aucune gangue; seulement par places elle admet une substance jaunâtre, fibreuse et rayonnée, qui pourrait bien se rapporter à la substance de même apparence qui, au cap Calamita dans l'île d'Elbe, est pareillement associée à des grenats en roche, et qui appartient à la famille des amphiboles. A mesure qu'ils se rapprochent des micaschistes, les grenats deviennent de plus en plus rares; ils s'isolent et ne constituent plus qu'une partie accidentelle dans la roche. J'ai découvert, intercalée au milieu de ces bancs de grenats, une couche de quartz vitreux remplie d'une foule de petits grenats rouges qui s'y trouvaient emprisonnés sans substance rayonnée. L'ensemble de ce système particulier peut avoir une épaisseur moyenne de 25 à 30 mètres.

Mais ce qui ajoute à l'intérêt de ce gîte déjà si curieux sous le point de vue minéralogique, c'est la présence, au milieu des grenats et de la substance rayonnée, de cristaux déformés de fer oxydulé magnétique, qui sont quelquefois tellement pressés les uns contre les autres, que la masse entière devient un minerai suscep-

(1) M. Gruner a eu l'occasion depuis d'observer un nouveau gisement d'itabirite à 200 mètres au S.-O. de Collobrières. Le fer oligiste s'y montre en plaquettes de 2 à 4 centimètres stratifiées parallèlement aux assises du schiste micacé. Les plaquettes résultent de l'agglomération d'une multitude de petits feuillets appartenant à la variété de fer oligiste. (*Annales des mines*, 4e série, t. XIV, p. 288.)

tible d'exploitation. Malheureusement cette richesse est accidentelle, et elle est assujettie à des inconstances de concentration dont la science n'a pas toujours le privilége de deviner les lois capricieuses. L'ensemble du système se trouvant, de plus, dispersé avec des interruptions et des couches interposées de micaschiste dans des roches stériles ou rebelles à la fusion, je n'osai point engager les industriels qui avaient demandé mon opinion dans une entreprise dont le succès me paraissait fort problématique.

Si on se laissait guider par les caractères extérieurs seulement ou par des traits généraux de ressemblance, on identifierait sans hésiter les fers oxydulés de Vaubernier avec les fers oxydulés du cap Calamita, où on les retrouve aussi associés à des grenats et à une substance fibreuse rayonnée. J'avoue que ce fut mon sentiment avant d'avoir visité la Toscane; mais l'étude approfondie, que cinq années de séjour à Campiglia, au sein même des filons pyroxéniques, m'ont permis de faire, m'a fait renoncer bien vite à toute assimilation entre les deux ordres de gisements. En effet, tandis que les grenats et les fers oxydulés des environs de Collobrières constituent avec les micaschistes encaissants un tout indivisible, contemporain et concordant, les filons amphiboleux du Campiglièse et ceux du cap Calamita et de Rio-la-Marina, qu'il ne faut pas confondre avec les amas de fer oligiste que l'on exploite dans le voisinage, et qui n'ont rien de commun avec eux, constituent, sous forme de stockverts gigantesques, des dykes éruptifs qui coupent les couches du calcaire saccharoïde ainsi que les calcaires rouges jurassiques. Le fer oxydulé et les grenats, malgré leur abondance au cap Calamita, ne sont qu'un simple accident local dans ces masses puissantes presque exclusivement composées d'amphibole ou de pyroxène, d'yénite, d'épidote et de quartz. Dans le Campiglièse, le fer oxydulé n'a jamais été observé qu'en nids insignifiants. On y remarque en outre que ces divers silicates, dans lesquels la chaux abonde, sont sortis et sont mélangés avec des granites et des porphyres que l'on retrouve dans l'île d'Elbe : or, dans cette île, granites et dykes amphiboleux sont postérieurs au dépôt de la craie, tandis que dans le Var les schistes cristallins et les minéraux accidentels qu'ils recèlent sont antérieurs à la période carbonifère (1).

A mesure que l'on s'élève au-dessus de Vaubernier, les micaschistes perdent de leur cristallinité, deviennent phylladiens et admettent des veines alternantes de schiste bitumineux qui ont été tout récemment l'objet de quelques travaux de recherche. La découverte récente d'une mine de houille collante dans les environs de Collobrières a fait croire à l'existence de ce combustible dans toute la chaîne des Maures, et on n'a pas manqué de pratiquer des fouilles sur tous les points où

(1) Il a été signalé par M. Gruner (*loc. cit.*, p. 289) un banc de fer oxydulé de 0,40 mètres à 0,50 mètres de puissance dans le flanc méridional de la chaîne de la Sauvette, et à 300 mètres de Collobrières. C'est une assise quartzo-schisteuse dont le mica, l'amphibole et les grenats sont remplacés par des cristaux plus ou moins confus et des particules irrégulières d'oxyde magnétique. Comme

les terrains montraient une couleur noirâtre : c'est ainsi que les phyllades brunes de Pierrefeu, de la Varnatelle près Saint-Christophe, celles que coupe la route

l'*itabirite*, c'est une couche stratifiée, ajoute cet observateur, appartenant réellement au terrain et non un filon ou filon-couche injecté postérieurement.

Un échantillon de richesse moyenne a donné par voie humide :

Peroxyde de fer.		0,480	ou bien oxyde magnétique Fe^3O^4.	0,462
Chaux	combinées	0,007		0,007
Alumine	avec	0,008		0,008
Magnésie.	la silice.	0,001		0,001
Résidu quartzeux et silice insoluble dans l'acide.		0,516		0,516
		1,012		0,996

M. Gruner, après avoir décrit dans la même note le gisement grenatifère de Vaubernier, qu'il signale comme une série de couches régulièrement stratifiées, et non point comme un filon-couche et encore moins comme un filon proprement dit, a reconnu par l'analyse que la substance fibreuse que, dans mon mémoire dont la rédaction remonte à 1845, j'assimile aux amphiboles de l'île d'Elbe, est un minéral nouveau insoluble dans les acides. Il en trace les caractères et la composition de la manière suivante :

Substance en fines aiguilles, d'un gris vert-pâle ; éclat soyeux ; ne donnant point d'eau et ne perdant absolument rien de son poids quand on la calcine au rouge dans un tube de verre.

Sa pesanteur spécifique, qui est de 3,713, est plus élevée que celle des épidotes, des amphiboles et des pyroxènes les plus denses.

Il a trouvé par l'analyse :

		OXYGÈNE.	RAPPORTS.
Silice.	0,439	0,228	2
Protoxyde de fer.	0,522	0,119	1
Chaux	0,005		
Magnésie.	0,011		
Alumine.	0,019		
	0,996		

d'où l'on voit que la substance est assez exactement un bi-silicate de fer, ou si l'on veut un *pyroxène* à une base.

Il devenait dès lors intéressant d'analyser exactement le minéral radié fibreux qui accompagne, dans la Toscane, les grenats et le fer oxydulé, afin de s'assurer si les rapprochements que l'on pouvait établir entre les roches des deux contrées étaient justifiés par l'identité de composition. Je me suis livré à ce travail dans le laboratoire de l'École nationale des mines, sous les yeux de M. Rivot, chef du bureau d'essai, et j'ai opéré sur deux variétés qui abondent le plus, soit à Campiglia, soit à l'île d'Elbe.

N° 1. Pesanteur spécifique 3,530

		OXYGÈNE.	RAPPORTS.
Silice.	0,48	0,250	2
Chaux	0,21	0,063	1
Protoxyde de manganèse. .	0,20	0,044	
Protoxyde de fer.	0,10	0,021	
Magnésie. . . . . traces.			
	0,99		

C'est, comme on le voit, un véritable pyroxène calcaréo-ferro-manganésien représenté par la for-

d'Hyères à Cogolin, ont été explorées au moyen de puits et de galeries. Toutefois, il est assez curieux de trouver dans un même massif de schistes des portions qui,

mule $(Mn,Fe,Ca)Si^2$, se rapportant assez exactement à la *bustamite* à laquelle M. Dufrénoy a assigné sa véritable place en l'introduisant dans la famille des pyroxènes et dont la composition est :

		OXYGÈNE.	RAPPORTS.
Silice.	44,45	23,10	2
Protoxyde de manganèse.	26,96	5,91	1
Protoxyde de fer	1,15	0,26	
Chaux	21,30	4,11	
Magnésie.	0,64	0,25	
	94,50		

N° 2. Pesanteur spécifique 3,462

		OXYGÈNE.	RAPPORTS.
Silice.	0,50	0,260	2
Chaux.	0,15	0,045	1
Protoxyde de fer	0,25	0,054	
Protoxyde de manganèse.	0,09	0,018	
	0,99		

Cette analyse a pour formule $(Ca,Fe)Si^2$. C'est donc un véritable pyroxène calcaréo-ferrugineux.

Le n° 1 est une substance grisâtre, à fibres radiées, disposées en cocardes et contenant souvent du silicate de manganèse rose. Il abonde surtout aux environs de la Rocca, sous le Monte-Calvi, et il accompagne des sulfures de plomb, de zinc, de cuivre et de fer.

Le n° 2 est une substance vert-foncé, également fibreuse et radiée, composant à elle seule la presque totalité des filons de Campiglia et de l'île d'Elbe. Même dans les portions les plus décomposées, les fibres conservent toujours leur rigidité primitive ; seulement elles noircissent et prennent l'aspect brun-foncé des silicates de manganèse altérés.

Les autres substances qui accompagnent les pyroxènes, en Toscane, sont l'*ilvaïte* ou *yénite*, l'*épidote* verte et le *grenat*, minéraux tous riches en calcaires et en fer, comme on peut le voir par leur composition.

1° Pyroxène calcaréo-ferrugineux. . . . . . . $= (Ca,Fe)Si^2$.
2° Pyroxène calcaréo-ferro-manganésien . . . $= (Ca,Fe,Mn)Si^2$.
3° Épidote. . . . . $= (Ca,Fe)Si + 2Al,Si$.
4° Ilvaïte. . . . . $= {}^3(Fe,Ca,Mn)Si + Fe^2Si$.
5 Grenat . . . . $= Al,Si + (Ca,Fe)Si$.

Dans le premier pyroxène la chaux entre dans une proportion de 21 p. 100, dans le second pour 15, dans l'épidote pour 17, dans l'ilvaïte pour 14, et dans le grenat pour une quantité variable qui s'élève quelquefois comme dans le grenat rouge de Lindbo, analysé par Hisinger, jusqu'à 24 p. 100.

Nous devons donc considérer les filons de la Toscane comme des silicates neutres de chaux, de fer et de manganèse, dans lesquels la silice, jouant à peu près un rôle constant, se sera combinée avec les autres bases, de manière à constituer généralement des pyroxènes. Le fer et le manganèse se sont substitués l'un à l'autre, ou bien ils ont concouru dans des proportions variables, mais de manière à ne pas troubler la formule du pyroxène. Quand la silice ne s'est point trouvée en quantité suffisante pour

comme à Vaubernier, n'ont pas même perdu leur couleur primitive, tandis que d'autres portions, pour ainsi dire à leur contact, se montrent très cristallines, et sont pénétrées par des grenats qui n'ont dû s'y former qu'à la suite de réactions métamorphiques (1). Nous avons déjà eu l'occasion de mentionner dans l'Estérel

saturer l'oxyde de fer, celui-ci est resté alors en liberté, comme au cap Calamita, où l'on rechercherait vainement ces géodes et ces nodules de quartz que l'on remarque dans les pyroxènes du Campiglièse où, au contraire, le fer oxydulé manque presque entièrement.

Relativement à l'opinion émise par M. Burat, que la nature calcaire des roches encaissantes a pu influer sur la proportion de chaux qu'on remarque dans les silicates, il n'y a qu'à dire que les filons de la Toscane ont souvent de 30 à 40 mètres de puissance, et que souvent aussi ils traversent des roches argileuses sans changer de composition. Pour ramener les choses à une appréciation moins hasardée, il est plus rationnel de les considérer comme des roches plutoniques qui sont arrivées au jour, à la manière des dykes de diorite, de lehrzolites et de basaltes qui, comme on le sait, sont des roches très riches en chaux. Or, je ne sache pas que l'on ait cherché jusqu'à présent à expliquer la présence de cette base par le voisinage de roches calcaires qui la leur auraient fournie. Il faudrait expliquer aussi comment l'amphibole, le labrador contiennent une si forte proportion de chaux, comment le diallage de Prato près de Florence en renferme plus de 19 p. 100.

En réfléchissant à l'époque récente où les pyroxènes de la Toscane et les lherzolites des Pyrénées sont venues à la surface, on ne sera pas étonné de l'identité de leur composition et surtout de leurs analogies, relativement à leurs éléments constitutifs, avec les basaltes et les roches pyroxéniques qui ont marqué le terme des grandes éruptions plutoniques.

(1) Cette anomalie dans des résultats engendrés par une cause générale a lieu d'étonner; mais elle se reproduit dans les phénomènes actuels, et, si elle laisse le fait inexpliqué, elle en garantit au moins l'authenticité. On sait que, dans les houillères embrasées, les grès et les psammites se convertissent, par la cuisson qu'ils éprouvent, en une espèce de jaspe que l'on désigne par le nom de *porcellanite*. Dans le bassin d'Aubin, ces porcellanites ne conservent aucune trace des caractères originaires des roches qui leur ont donné naissance. On n'y aperçoit plus, en effet, ni grains de quartz, ni paillettes de mica. Les molécules semblent avoir subi une demi-fusion qui les a transformées en une pâte analogue à celle des porcelaines cuites. Les feuillets des couches ont perdu leur fissilité primitive en se soudant intimement les uns aux autres, et ne sont plus indiqués que par un rubanement qui en dessine le trait; de plus, on ne peut obtenir, en les brisant, que des cassures largement conchoïdes, comme celles que l'on remarque dans les masses de verre un peu volumineuses; ainsi le changement est complet. Des travaux de déblaiement entrepris dans une des concessions incendiées de la Compagnie de Decazeville ont mis dernièrement à découvert sur une hauteur verticale de plus de 30 mètres une portion de terrain houiller entièrement changée en porcellanite, et renfermant, à divers niveaux, plusieurs couches et veines de charbon. Ce que le charbon présentait de vraiment extraordinaire, c'est que, bien qu'il fût encaissé au milieu des roches fondues, il n'avait subi aucune altération sensible. Il avait conservé son éclat, ses éléments bitumineux. Seulement la chaleur l'avait fait éclater dans tous les sens et avait déterminé sa division en parallélipipèdes d'une petite dimension; ce n'était plus de la houille marchande, mais une houille que les habitants des environs employaient pour leurs usages domestiques avec autant d'effet utile que les combustibles ordinaires. Comment concevoir que l'action métamorphique qui a transformé des argiles en porcellanites ait respecté les couches de charbon, surtout lorsque les nerfs de grès ou de psammites qui courent en veines au milieu d'elles ont été eux-mêmes réduits à l'état de jaspe? Si, pour l'interprétation des phénomènes qui s'accomplissent sous nos yeux, il est difficile de trouver une solution satisfaisante du problème, la prudence oblige de ne s'exprimer qu'avec une grande réserve sur des faits plus anciens et dont la discussion n'est pas éclairée par la comparaison de faits identiques ou analogues.

et dans les environs de la Garde-Freynet des schistes carburés dans le voisinage des pegmatites; mais la couche la plus épaisse que j'aie observée dans les Maures existe au haut de la vallée de Valescure, au N. de Collobrières. En prenant le chemin de montagne qui conduit de ce village à la Garde-Freynet, on passe par la campagne du Cros du Mouton, qui est placée à la ligne de séparation des eaux; en prenant la berge gauche de la rivière de Collobrières, on gagne le fond du quartier de la Valescure par un petit sentier très raide tracé dans les micaschistes : avant d'arriver au niveau du torrent, le sentier coupe un banc de schiste graphiteux très feuilleté, tachant fortement les doigts, atteignant 1 mètre et plus de puissance, et encaissé dans un quarzite (je n'ose pas dire un grès) schisteux à grains très fins, fouetté de veinules noires, et s'égrenant avec facilité. Le tout est subordonné aux micaschistes dont il suit la direction et l'inclinaison. Cet exemple, et nous aurons à en citer un autre plus démonstratif encore, est concluant, et dénote dans la production des schistes cristallins du Var une action métamorphique dont l'influence ne se sera pas exercée sur tous les points avec la même intensité, et aura respecté exceptionnellement les caractères originels de plusieurs d'entre eux. En parlant des phyllades et des schistes argileux, nous aurons bientôt occasion de revenir sur ces faits importants, et d'apporter de nouvelles preuves à l'appui de cette induction.

§ IV. Phyllades et schistes argileux.

Les phyllades abondent dans la partie la plus occidentale de la chaîne des Maures, c'est-à-dire dans les environs d'Hyères, de Pierrefeu, de Toulon et de Six-Fours ; elles pénètrent même jusque dans la vallée de Collobrières. Les bords de la rade de Toulon, les escarpements du fort Lamalgue en présentent le type classique : ce sont des substances verdâtres ou jaunâtres, d'aspect satiné, traversées par des veines de quartz blanc amorphe; elles ont la plus grande ressemblance, dit M. Élie de Beaumont, avec le killas du Cornouailles et avec les schistes qui font partie des protubérances primitives situées sur la rive gauche du Rhône, entre Givors et Vienne. Elles renferment fréquemment des couches subordonnées de stéaschiste feuilleté, sillonnées pareillement par des veines de quartz. Dans les environs de Pierrefeu, une teinte noire et mate remplace l'éclat satiné des phyllades qui passent ainsi à une véritable ardoise, mais comme elles s'exfolient à l'air, elles ne sont susceptibles d'aucun emploi. Entre Pierrefeu et Collobrières, en face de la campagne de Pertanier, la route est ouverte dans un schiste argileux très grossier, à cassure terreuse, et se détritant à l'air en une matière arénacée fort analogue à celle qui provient de la désagrégation des grès fins.

M. Élie de Beaumont a cité au N. d'Hyères, sur le chemin de la Roquette, diverses variétés de roches schisteuses qui contiennent quelquefois des veines irrégulières de quartz ; on y remarque aussi des grauwackes schisteuses, d'un gris verdâtre, passant à un schiste argileux parsemé de paillettes de mica, ainsi que des quart-

zites grisâtres micacés. Saussure, à son tour, a décrit et signalé dans la presqu'île de Giens des couches de quartz grenu séparées par des paillettes de mica qui rappellent les grès schisteux et fins des terrains fossilifères inférieurs, et qui conservent encore quelques traces de l'action mécanique à laquelle elles doivent leur origine. Mais nulle part cette action n'est évidente comme dans le quartier de la Rieye, entre Collobrières et Hyères ; on y parvient par les quartiers de la Maure et des Vanades. Dès que l'on a franchi le ruisseau qui traverse le quartier dit de la Rivière, on voit le schiste argileux passer insensiblement à un schiste stéatiteux un peu compacte, présentant encore quelques parties satinées, et traversé par des veines de quartz, mais beaucoup plus rares que dans les micaschistes et les vraies phyllades. Le stéaschiste, à son tour, passe à un schiste coticulaire entièrement dépourvu de mica et alternant avec quelques phyllades grossières. Le schiste coticulaire se divise en nombreux fragments polyédriques qui permettent difficilement d'obtenir une cassure fraîche. Ce système forme l'étoffe extérieure des schistes cristallins, et se lie par une série de gradations insensibles aux micaschistes les mieux caractérisés ; mais l'accident le plus surprenant et le plus décisif qu'il offre consiste dans l'existence au milieu même du stéaschiste de quelques grains roulés de quartz amorphe qui tendraient à prouver que la cristallinité des couches qui les renferment n'est qu'un fait postérieur à leur dépôt. J'ai même recueilli des échantillons dans un banc qu'au premier aspect on prendrait pour une espèce de gneiss désagrégé, et qui n'est autre chose qu'un agglomerat de petits fragments usés de quartz blancs liés entre eux par un ciment argileux mêlé de paillettes de mica et parsemé de taches charbonneuses. Si on rapproche cette singulière association de roches remaniées des ardoises de Pierrefeu, des phyllades quartzeuses de Collobrières et des couches graphiteuses de la Valescure, de la Garde-Freynet et de l'Estérel, intercalées dans le micaschiste et même dans les gneiss, on arrive sans effort par cette série graduée de phénomènes à la conséquence que nous admettons : que le métamorphisme est le seul agent auquel on doive attribuer la cristallinité actuelle du rocher de la chaîne des Maures et de l'Estérel, leurs minéraux accidentels et leurs filons ; conclusion que confirment la discussion des faits que nous avons exposés et l'étude des portions de terrains qui, ayant échappé à l'influence générale des causes modifiantes, portent encore le cachet primitif de leur origine au moment même où elles se déposaient normalement au fond des mers anciennes.

§ V. Faits géologiques généraux relatifs aux gneiss, aux micaschistes et aux phyllades.

Les accidents de stratification qui affectent la disposition des couches des gneiss, des micaschistes et des phyllades sont très variés, et engendrent des contournements et des plissements fort bizarres. Tantôt les feuillets sont striés finement et présentent une série continue de rides, tantôt ils s'infléchissent en

chevrons très rapprochés les uns des autres qui dessinent alternativement des angles rentrants et des angles saillants. Le gisement des Quarrades nous montre un exemple de la courbure des strates au contact d'un filon de mélaphyre. Un accident de même nature se reproduit à la montée de l'Estérel avant d'arriver à l'auberge de Saint-Jean. Les couches du gneiss paraissent avoir obéi à l'effort que dut exercer la masse granitique lorsqu'elle s'y introduisit violemment, et on les voit se modeler sur ses contours en en suivant toutes les ondulations : elles ne reprennent leur allure ordinaire qu'à une certaine distance. On observe pareillement, près du pont sur lequel la route de Fréjus à Antibes franchit la rivière de l'Argentière, un filon de granite de 4 mètres de puissance qui coupe les bancs d'un gneiss au milieu desquels il a poussé des ramifications. A droite le gneiss présente une stratification presque horizontale, tandis que dans la partie opposée les couches sont arquées, ondulées et plissées, et laissent apercevoir dans cet état tourmenté les traces de la pression éprouvée. Les deux exemples que nous citons suffisent pour donner une idée générale des perturbations survenues après la consolidation des schistes cristallins.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que d'une manière accessoire de la direction générale des couches. M. Élie de Beaumont dans son Mémoire a donné une large place à cette partie importante de la géologie. Il a remarqué que, malgré des variations assez nombreuses, cette direction avait une tendance manifeste à se rapprocher, soit de la ligne N.-E.-S.-O., soit de celle N.-S., mais beaucoup plus souvent de la première que de la seconde.

Après avoir énuméré toutes les directions observées, M. Élie de Beaumont constate des groupes qui se pressent avec une abondance remarquable autour du N.-E. et autour du N. Le surplus est disséminé presque au hasard dans les autres parties de l'horizon.

« La première de ces deux directions peu éloignée de celle que nous avons » déjà signalée dans les Vosges, dit ce savant, est le résultat du ridement général » qui, à une époque géologique très ancienne, a affecté les dépôts stratifiés » d'une grande partie de l'Europe ; la seconde, qui m'a paru affecter les couches » du dépôt houiller du Plan de la Tour, se rapporte probablement à la série de » dislocations qui a produit la chaîne carbonifère du N. de l'Angleterre, et dont » nous avons signalé les traces dans les Vosges et dans les montagnes qui séparent » la Saône de la Loire (1). »

Dans mes dernières excursions, je me suis occupé de recueillir les directions des couches, soit dans les localités que M. Élie de Beaumont avait visitées lui-même, soit dans celles qu'il n'avait pas eu occasion de traverser. Je ne répéterai point les indications qui se trouvent consignées dans le travail de ce savant ; mais j'ajouterai celles qui me sont personnelles, et qui pourront servir de contrôle aux con-

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 467.

clusions déduites des premières. J'ai eu aussi l'avantage de découvrir de nouveaux bassins houillers, formation qui, à part les dépôts du Reyran et du Plan de la Tour, était totalement inconnue; et il est assez remarquable que les dislocations que j'y ai observées se rapportent exactement à la seconde direction indiquée par M. Élie de Beaumont, comme on peut en juger par les indications suivantes :

A l'O. du château de Carquérane, à la base de la Colle-Noire, grès houiller avec schistes bitumineux presque vertical, se dirigeant du N. au S.

Grès houiller avec psammite reposant sur le gneiss et recouvert par le grès bigarré, au confluent des torrents de Pennafort et d'Endelos N. 5° N.-O., S. 5° S.-E.

Grès et conglomérats houillers au S.-O. de Bagnols, après avoir dépassé le défilé de la Bouverie, se dirigeant à peu près exactement du N. au S.

Grès houiller dans le vallon des Varnatelles, au confluent des Vaux et du Bianҫon, N. 6° N.-E., S. 6° S.-O.

Entre Antibes et Cannes, dans le ruisseau que l'on rencontre avant d'arriver à la batterie de la côte, conglomérat et grès houillers reposant sur le gneiss N. 12° N.-E., S. 12° S.-O.

Grès houiller et houille exploités à Collobrières, en face du vallon de la Maillière, N. 8° N.-E., S. 8° S.-O.

Schiste bitumineux entre le Plan de la Tour et le Revest N.-S.

Schistes houillers à Sainte-Eulalie, dans le quartier de Bourrel au N.-E. d'Hyères (vallée de Gapeau), N. 5° N.-O., S. 5° N.-E., presque verticaux.

Gneiss et micaschiste entre la ferme neuve des Campaux et celle des Pères N, 2° N.-E., S. 2° S.-O.

Gneiss entre la Garde et la Court sur le chemin de Collobrières N.-S.

Micaschiste avec grenats et staurotides au col de Montjean, entre Cavalaire et le Molle, N. 24° N.-O., S. 24° S.-E.

Micaschiste avec veines plissées de schiste graphiteux, dans le quartier des Canadaux (baie de Cavalaire), N. 22° N.-O, S. 22° S.-E.

Micaschiste dans le village de Gassin, N.-N.-E., S.-S.-O.

Micaschiste dans le voisinage des mélaphyres au quartier des Quarrades, N. 22° N.-O., S. 22° S.-E.

Schiste amphiboleux au S. de la serpentine des Quarrades, près du ruisseau qui va de l'E. à l'O. vers la campagne des Chaudes, N. 18° N.-O., S. 18° S.-E.

Gneiss porphyroïde au col du vallon des Fourneaux, entre Sainte-Maxime et Fréjus, N. 23° N.-O., S 23° S.-E.

Gneiss traversé par du granite rose entre Notre-Dame de Pennafort et la rivière d'Endelos, dans le quartier de Cabran, N. 24° N.-O., S. 24° S.-E.

Ces diverses directions, comme on le voit, oscillent toutes vers le N. et le S. et affectent la généralité du terrain houiller, ainsi que quelques portions des

montagnes des Maures et de l'Estérel. Le second système de directions, qui prédomine dans les mêmes contrées et qui a précédé le redressement des terrains houillers, s'écarte sensiblement du premier et se groupe en faisceau autour de la division de la boussole N.-E.-S.-O., comme on peut s'en convaincre par les indications suivantes :

Gneiss et micaschistes au-dessus des Campaux, dans le quartier de Bourbon N.-E.-S.-O.

Gneiss au-dessus du Nouguier, dans les crêtes qui séparent la vallée de la Molle de celle de Collobrières N.-E.-S.-O.

Gneiss au-dessous du mamelon basaltique de la Magdeleine N.-E. 5° N., S.-O. 5° S.

Gneiss dans le quartier de Cabrit et de Calisson, dans le vallon de la Verne N.-E. 2° N., S.-O. 2° S.

Gneiss près des Fourneaux N.-E.-S.-O.

Micaschiste au Jas au-dessus de la Court, entre la Garde-Freynet et Collobrières, N.-E.-S.-O.

Micaschiste avec graphite au sommet de la montagne de Vaubernier au N.-E. de Collobrières, E.-N.-E., O.-S.-O.

Schiste stéatiteux au vallon de la Maillière, au contact des terrains houillers E.-N.-E., O.-S.-O.

Schiste amphiboleux aux Canebiers au N. de Collobrières, E. 32° N., O. 32° S.

Schiste phylladien avec cipolin au Cros du Mouton, au N. de Collobrières, E. 38° N., O. 38° S.

Schiste micacé à la première montée du chemin du Plan de la Tour à la Garde-Freynet, E. 35° N., O. 35° S.

Gneiss à la campagne de Gardon entre Bagnols et la Colle-Noire, N.-E.-S.O.

Gneiss au N. de Bagnols, à la campagne de Plampigné E. 30° N., O. 30° S.

Gneiss affleurant au-dessous du pont de la Vauloube, à la montée de Bagnols, N. 36° N.-E., S. 36° S.-O.

Gneiss au contact du filon de baryte à Endelos, N. 24° N.-E., S. 24° S.-O.

Gneiss entre Sainte-Maxime et le cap des Issembres (Lysandre de Cassini), N.-E.-S.-O.

Gneiss amphiboleux entre les Quarrades et Gassin et entre Gassin et Ramatuelle, N.-E.-S.-O.

Gneiss à grandes écailles dans les environs de Sainte-Maxime, E.-N.-E., O.-S.-O.

Micaschiste avec grenats et staurotides à la montagne de l'Hermitage au S. de la Verne, N.-E.-S.-O.

Gneiss avec disthène dans le voisinage de la serpentine de la carrière des Pères au N. de Campaux, N.-E.-S.-O.

J'aurais pu augmenter la nomenclature des directions qui oscillent de chaque côté de la ligne N.-E.-S.-O. ; car dans l'Estérel comme dans les Maures, les cou-

ches des schistes cristallins oscillent généralement à cette direction qui est due aux ridements survenus avant la période carbonifère, et qui de plus, dans le Var, est en harmonie avec la discordance de stratification que l'on observe entre les terrains primaires et la formation houillère.

Outre les deux directions principales N.-S. et N.-E.-S.-O., qui sont dominantes dans le littoral du Var, on en enregistre bien quelques unes qui ne peuvent se rapporter ni à l'une ni à l'autre ; mais elles sont rares et doivent être considérées comme des faits exceptionnels qui ne peuvent nullement contrarier les résultats généraux obtenus. Je vais néanmoins citer les plus disparates.

Gneiss au contact du grès bigarré au-dessous de la montagne de San-Peire (Napoule) E.-O.

Gneiss rougeâtre supportant un lambeau de grès houiller entre Cannes et la Napoule E.-O.

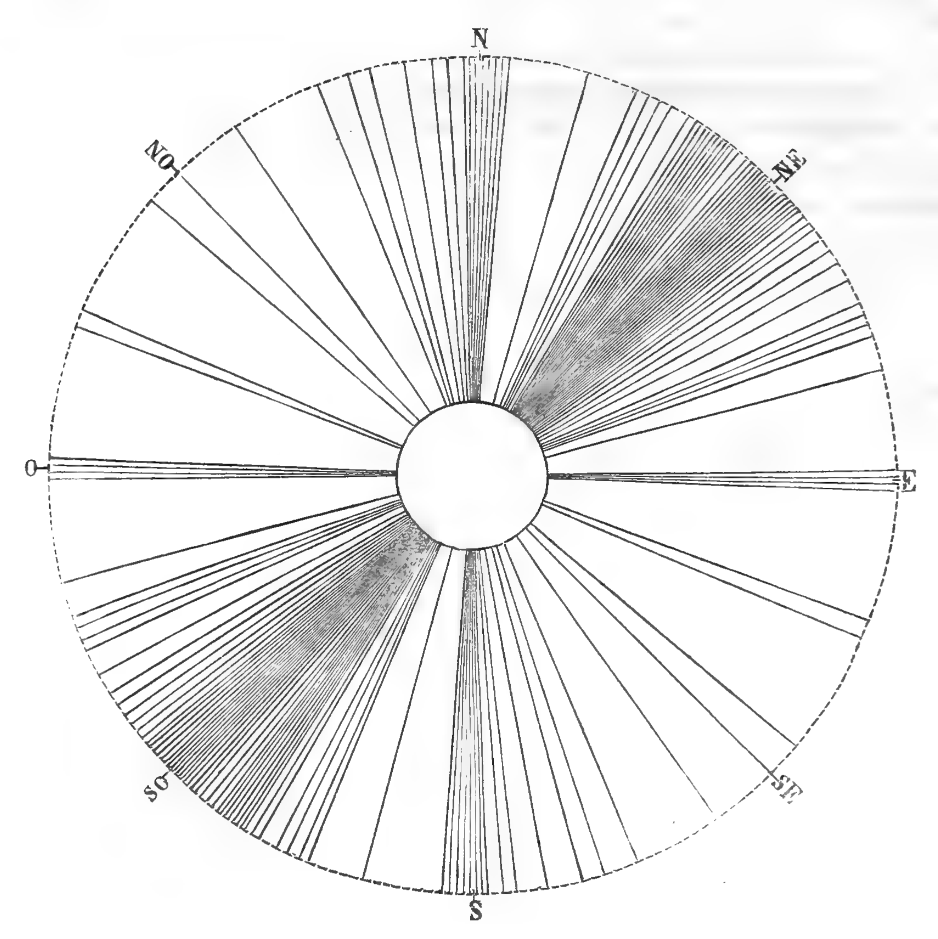
Sidérocriste au Cros de Bernard (Collobrières), E.-S.-E., O.-N.-O.

Schiste talqueux entre Collobrières et le Cros de Bernard E.-S.-E., E.-N.-O.

Ainsi, en ajoutant les directions que j'ai prises à celles que M. Élie de Beaumont donne dans son mémoire, il est facile de rapporter les directions des couches des montagnes des Maures et de l'Estérel à deux redressements principaux, dont le plus ancien concorde avec le système du Westmoreland et du Hundsdruk, et le dernier avec le système du nord de l'Angleterre qui comprend les premières dislocations de la formation carbonifère. Quant à celles qui ne peuvent se rapporter ni à l'un ni à l'autre de ces deux systèmes, ou qui sont indiquées par l'allure des filons quartzeux et métallifères dont nous allons nous occuper, il est difficile de parvenir à les grouper d'une manière satisfaisante et de leur donner une signification instructive. Cette difficulté ne tiendrait-elle pas aux éruptions successives du mélaphyre dont la sortie, à des époques différentes, aurait produit des perturbations locales, un système irrégulier de fentes qui, à cause de leur dissémination, échappe à une appréciation aussi rigoureuse que celle qui se déduit de l'examen comparatif des directions générales précitées ?

J'ai emprunté au mémoire de M. Élie de Beaumont la rose des directions observées dans les roches stratifiées anciennes des montagnes des Maures et de l'Estérel.


Fig. 2.



qui rend manifeste la tendance qu'ont les couches dont il s'agit à se diriger vers le N.-E, et celles qu'elles ont aussi, dans leurs écarts, à prendre une direction N.-S.

Au nombre des substances filoniennes les plus répandues dans la chaîne littorale du Var, le quartz mérite d'occuper le premier rang : on le voit, en effet, répandu dans les phyllades les plus grossières et les plus éloignées des centres granitiques, dans les environs de Six-Fours, d'Hyères et de Pierrefeu, en veines interrompues mais liées à la stratification générale, ou bien sous forme de nids et d'amas renflés dont des filons se détachent souvent pour pénétrer en divers sens au milieu des masses. Cette substance cependant se montre plus abondante à mesure qu'on se rapproche du golfe de Grimaud où les granites acquièrent plus de développement : dans ces régions elle s'affranchit de la dépendance à laquelle

la stratification paraissait l'avoir assujettie vers les points occidentaux de la chaîne ; elle prend alors le caractère plus prononcé des substances filoniennes, s'attache en cristaux bacillaires aux fentes des parois, et laisse apercevoir dans le sens des axes longitudinaux des vides hérissés de pyramides à six faces : elle constitue, en un mot, de vrais filons, dont quelques uns renferment des sulfures métalliques, et quelquefois même de la barytine et de la fluorine.

On aperçoit de la nouvelle route d'Hyères à Saint-Tropez, à 200 mètres environ du château de la Cheilanne, un mamelon dont la blancheur attire le regard. C'est un grand amas de quartz blanc de 25 à 30 mètres de puissance, faisant saillie au-dessus des schistes environnants. La masse possède tous les caractères d'une roche éruptive ; elle est fissurée par de faux joints de stratification, et elle est sillonnée dans tous les sens par une infinité de veines d'un quartz plus laiteux qui pénètrent dans plusieurs couches à la fois, en formant deux bandes parallèles dont l'intervalle vide est tapissé des deux côtés par des cristaux hexaédriques. D'autres veines présentent la structure bacillaire ou feuilletée, ou bien elles sont composées d'un quartz bréchiforme au milieu duquel on observe des plaques anguleuses de schiste talqueux, entourées de plusieurs zones d'un quartz laiteux bacillaire et radié. C'est une disposition analogue à celle que l'on remarque dans le filon de fer de la Chevrette, près d'Allevard. Bien que le quartz de la Cheilanne soit concordant avec les schistes qui le renferment, il ne constitue pas moins un filon d'une date postérieure suffisamment dévoilée par les veines ramifiées qu'il envoie dans les roches stratifiées, ainsi que par les fragments de schistes qui sont enclavés dans les portions bréchiformes. Les circonstances de l'origine éruptive de ces quartz sont pareillement mises en évidence par les nombreux filons analogues que l'on observe depuis la Cheilanne jusqu'à la vieille verrerie où on les voit se charger de sulfures divers, et couper presque toutes les couches de micaschistes qui, vers les points de contact, sont plissées et contournées.

Mais le filon quartzeux le plus puissant et le mieux caractérisé que j'aie eu l'occasion d'étudier dans la chaîne des Maures est celui que l'on rencontre entre la Molle et les Campaux, au quartier dit des Calissons. Sa direction est E.-N.-E. avec 4° de pente vers le S.-S.-E. Il est coupé par le ruisseau de Malemort, et il se prolonge au delà de ce torrent du côté de la Magdeleine. Son épaisseur moyenne dans tout son parcours est de 4 mètres environ. Il arrive quelquefois qu'il se divise en plusieurs branches, qui se détachent du tronc principal auquel elles viennent se ressouder plus loin, en englobant des portions plus ou moins considérables de gneiss. La masse est compacte, fragmentaire ou rayonnée. Comme c'est surtout vers les points qu'il traverse que l'on recueille sur le sol en plus grande abondance le titane rutile, les grenats et la staurotide, cette circonstance avait fait soupçonner l'existence d'une mine d'étain. La tradition rapportait de son côté que les Chartreux y avaient recherché une mine de cuivre :

on voit en effet les vestiges de quelques travaux peu importants ; mais, malgré des recherches minutieuses répétées plusieurs jours, je n'ai pu parvenir à y découvrir la moindre trace de matières métalliques.

Les montagnes, qui séparent le golfe de Fréjus de celui de Grimaud, abondent aussi en filons de quartz et en filons métalliques. Entre Sainte-Maxime et le cap des Issembres, les gneiss sont traversés par de nombreuses veines de quartz enfumé dans lesquelles on remarque quelquefois des nœuds de galène à grandes facettes. La commune du Revest possède plusieurs gîtes de ce minerai, que l'on a essayé d'exploiter entre ce village et le Plan de la Tour. On rencontre sur la route des affleurements quartzeux, que l'on peut suivre sur une grande étendue, et qui consistent en bancs de quartz hyalin, composés de plusieurs couches dites *en rubans*, et remarquables par leur structure bacillaire. Je n'y ai jamais recueilli de substances métalliques, mais on m'a montré au Plan de la Tour des échantillons que l'on m'a assuré provenir de ce filon, connu dans le pays sous le nom de *Roucas blanc*, et qui renfermaient du plomb sulfuré. S'il fallait ajouter foi au dire des habitants, la commune du Revest aurait fourni des quantités très considérables d'alquifoux que l'on aurait consommées dans les fabriques de poteries. Le roucas blanc, que l'on peut considérer comme le filon le plus étendu et le mieux réglé, car on le poursuit depuis les environs de la Garde-Freynet jusque vers Sainte-Maxime, est dirigé sensiblement de l'E. à l'O.

Ce serait ici le lieu de parler de tous les filons métalliques qui ont été découverts ou recherchés dans la chaîne des Maures ; mais outre que les détails dans lesquels nous entrerions n'ajouteraient rien de nouveau à l'histoire géologique de la contrée que nous décrivons, l'insuccès qui a frappé toutes les entreprises qui avaient pour but l'exploitation de ces matières soit à la Garde-Freynet, soit à Montoli, soit à la Gambade, à Saint-Guillaume, soit près de Gassin et des Ameniers, a prouvé le peu d'importance de ces gîtes sous le point de vue industriel. Pour en finir avec les filons de quartz, il nous reste à parler du réseau de veines de cette substance que l'on observe entre la ferme des Canebiers et Collobrières. Avant d'atteindre le sommet du coteau qui domine ce village, on marche sur un schiste amphiboleux un peu décomposé au milieu duquel serpente un stockvert en miniature composé de six filons principaux courant parallèlement, mais reliés de distance en distance par des filons plus petits, qui s'échappent des troncs principaux et constituent un système de veines ramifiées dont l'ensemble court de l'E.-S.-E. à l'O.-N.-O. Ainsi qu'au roucas blanc, les zones qui forment les deux salbandes sont distinctes et possèdent chacune une disposition bacillaire indépendante. On remarque dans le milieu un écartement que l'on peut considérer comme l'axe du filon, et qui est hérissé de pointements hexaédriques.

Outre les filons quartzeux que nous venons de mentionner, les chaînes des Maures et de l'Estérel renferment aussi des filons dont la gangue est de la bary-

tine ou de la fluorine. Le plus puissant des filons de ce genre existe dans les schistes cristallins de la vallée d'Endelos, à 3 kilomètres environ au N.-E. du château d'Esclans. Lorsqu'on a remonté la rivière en suivant la berge droite, et que l'on a dépassé le coude qui la fait couler parallèlement à la crête porphyrique de la montagne du Rouit, on commence à rencontrer quelques fragments de barytine dont la traînée vous conduit au lieu d'où ils ont été détachés. Le gisement consiste en une masse de 5 à 6 mètres de puissance, dirigé de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E., en négligeant toutefois quelques dérangements partiels dont l'allure générale est affectée. On suit le gîte sur une assez grande étendue : il franchit la rivière d'Endelos, se montre à découvert dans les flancs des coteaux opposés ; enfin, après avoir considérablement perdu de son épaisseur, on le voit s'enfoncer vers l'O. dans les schistes cristallins du quartier de Cabrau. La masse du filon est composée de barytine lamellaire blanche, de quartz et de fluorine verdâtre : ces deux dernières substances beaucoup moins abondantes que la première y paraissent plutôt accidentelles. Si l'abondance du minerai se trouvait en rapport avec la puissance des gangues, aucune localité dans le département du Var ne serait de nature à faire concevoir de plus belles espérances ; mais malheureusement la galène et le cuivre pyriteux que l'on y rencontre sont très disséminés, et y forment plutôt des mouches que des traînées constantes.

Outre ce filon, les gneiss situés au N. renferment d'autres gîtes plus étroits de barytine qui, suivant toute probabilité, se rattachent au filon principal déjà signalé. Toutefois, ce qui est remarquable, ces filons sont coupés par un système indépendant de filons de quartz bacillaire, avec écartement médian, comme dans les environs de Collobrières, et dont la direction est exactement E.-O. Le plus considérable peut avoir une épaisseur moyenne de 35 centimètres.

La vallée du Reyran, entre les Vaux et Fréjus, possède quelques filons de fluorine verdâtre, qui coupent sous divers angles les gneiss et les micaschistes, et dont la direction oscille entre le S.-O. et le N.-O. d'un côté, et le N.-E. et le S.-E. de l'autre. A l'E., des affleurements de la mine d'anthracite des Vaux, j'ai recueilli des échantillons de fluorine jaune cristallisée en gros cubes, dont la surface saupoudrée de petits prismes de quartz rappelait d'une manière frappante les fluorines analogues de l'Angleterre qui ornent les collections. Il paraît que l'on avait tenté quelques essais sur un gisement de galène dans le quartier de l'Argentière, dépendant de la commune des Adrets.

Quoique moins abondamment disséminés que dans l'Estérel, les filons de barytine et de fluorine reparaissent dans la chaîne des Maures. Le chemin de Sainte-Maxime, à Fréjus, côtoie la mer jusqu'en face d'une campagne dite *Maries*, où elle traverse un ruisseau qui descend des montagnes du Revest. Avant d'atteindre le col qui sépare ce bassin de celui des Fourneaux dont les eaux se rendent dans la rivière d'Argens, on rencontre quelques fragments détachés de barytine dont les gisements se trouvent probablement dans le voisinage ; mais à

quelques centaines de mètres au delà du col et en face de la campagne de Bougnon, les micaschistes sont barrés par un filon de baryte sulfatée dont la puissance sur la route est de 50 centimètres. Il augmente cependant dans son prolongement vers la pente des coteaux qui supportent le chemin, tandis qu'il s'amincit du côté opposé où il se bifurque en deux petits filons qui, après avoir marché parallèlement sur une longueur de 30 mètres environ, s'écartent peu à peu et finissent par s'égarer dans l'épaisseur de la montagne. La direction des micaschistes est N.-N.-O., celle du filon O.-N.-O.

Enfin, à Cogolin, MM. Chaptal et Pontier, encouragés par les analyses qui en avaient été faites, avaient exploité au commencement de ce siècle le filon plombifère qui existe au-dessous de la butte basaltique : la quantité d'argent signalée avait autorisé des espérances que les résultats subséquents ne confirmèrent pas. Après quelques tentatives infructueuses dont on voit encore les vestiges, ils durent renoncer à cette entreprise. Le filon est composé de barytine lamellaire blanche et de fluorine verdâtre. Son épaisseur moyenne est d'un mètre environ. La galène y est associée à la blende lamellaire. M. Doublier y a recueilli quelques cristaux hexaédriques de plomb phosphaté vert (1).

En embrassant d'un coup d'œil la généralité des dépôts que nous venons de mentionner, il est facile de remarquer que le plus grand nombre de filons de quartz et de barytine est concentré dans les régions granitiques de la Garde-Freynet et du Plan de la Tour, ou bien dans l'Estérel où les schistes ont acquis la plus grande cristallinité. En examinant aussi leur position relativement aux mélaphyres, qui sont si nombreux dans les deux chaînes, on est frappé de la coïncidence de gisement qui semble subordonner l'existence des filons à la présence de ces roches ignées. A Endelos, en effet, où l'on remarque le plus puissant filon de baryte, les mélaphyres l'entourent de tous les côtés, soit dans le voisinage d'Esclans, soit à Pennafort, soit même au-dessus des affleurements. Aux Adrets, dans les alentours duquel nous avons cité les filons métallifères de l'Argentière et des Vaux, les mélaphyres occupent une large place dans la constitution géologique du sol. Les environs de Cogolin, de la Garde-Freynet sont percés pareillement par des dykes de mélaphyres, et sur les points du Var où manque cette roche les filons semblent manquer aussi ; il n'y a pas jusqu'au filon de cuivre gris dans les grès bigarrés du cap Garonne qui ne trouve dans

(1) Les grès bigarrés que l'on traverse entre Saint-Raphaël et Agay, par le chemin des Caux, renferment quelques filons de baryte sulfatée, rosée, qui coupent la direction des couches ; on retrouve, dans une semblable position, la même substance dans les grès triasiques du cap Cépé près de Toulon. Enfin, bien qu'en dehors de l'influence immédiate des mélaphyres, nous retrouvons les filons de galène de Saint-Geniez et d'Auribeau, dans les Basses-Alpes, caractérisés encore par leurs gangues de barytine et en connexion avec les dépôts anormaux de gypse et de karsténite qui, dans le Dauphiné, comme dans la Provence, sont dus à une opération métamorphique que je crois devoir rattacher à la sortie des mélaphyres. Au surplus, cette question reviendra dans le chapitre IV.

son contact avec le puissant amas de mélaphyre de Carquérane et de la Colle-Noire l'explication rationnelle de son origine. Si on admet que les divers gisements de baryte que nous avons reconnus dans l'Estérel et dans la chaîne des Maures, ainsi que ceux qui, dans les Basses-Alpes sont logés dans la formation jurassique, ont pour origine les mêmes influences plutoniques, on sera amené, comme conséquence nécessaire, à admettre que leur formation, dans le Var du moins, est postérieure aux porphyres rouges quartzifères, et à plus forte raison aux granites dont on voit les fragments roulés constituer la majeure partie des matériaux qui ont concouru à la construction du terrain houiller.

Les mélaphyres seraient donc les seules roches ignées à l'apparition successive desquelles il nous paraît rationnel d'attribuer le remplissage des fentes par des substances filoniennes ou métallifères. La formation de ces porphyres, ainsi que nous aurons occasion de le démontrer plus tard, embrasse une longue période dont l'Estérel indique les dates les plus anciennes, et qui concordent avec la sédimentation des couches les plus inférieures du trias; elle se continue pendant le dépôt des terrains secondaires dans les Alpes, où elle semble avoir donné naissance à des phénomènes analogues à ceux que l'on observe dans le département du Var.

En résumé, nous dirons en terminant ce chapitre :

1° Que la formation des schistes cristallins se compose essentiellement dans la chaîne des Maures et de l'Estérel d'une série de produits particuliers qui recouvrent le granite dans le golfe de Grimaud, et forment avec lui la charpente qui supporte tous les autres terrains;

2° Que ces schistes cristallins qui, sur quelques points, conservent encore les traces de leur formation originelle, étaient primitivement des schistes, des grès, des argiles charbonneuses et des calcaires auxquels des influences ignées ont fait subir des transformations énergiques, soit en modifiant la texture, soit en favorisant le développement de nouvelles substances minérales;

3° Qu'après cette modification, l'apparition de roches pyroxéniques a donné naissance à de nombreux filons métallifères dont la position est en rapport avec ces mêmes roches pyroxéniques;

4° Enfin, que les schistes cristallins ont obéi à deux lignes bien distinctes de soulèvement dont l'une, la plus ancienne, antérieure au terrain carbonifère, se rapporte au premier système de M. Élie de Beaumont, et dont la seconde, postérieure au terrain houiller, correspond au troisième système du même géologue.

CHAPITRE II.

FORMATION DES SERPENTINES.

La formation des serpentines dont nous nous occupons dans ce chapitre ne présente point dans le Var le développement qu'on lui connaît dans les régions du Mont-Viso, dans la Corse, dans la Ligurie ou dans la Toscane; elle ne constitue guère que trois ou quatre gisements de peu d'importance, dont les relations avec les contrées ophiolitiques que nous avons citées sont loin d'être évidentes. Le dépôt le plus remarquable s'observe dans la baie de Cavalaire entre Bormes et Saint-Tropez, adossé à la chaîne des schistes cristallins dans le quartier dit *les Quarrades;* le second se montre entre le château de la Molle et la Chartreuse ruinée de la Verne, à gauche de la rivière de ce nom, et en dessous du mamelon basaltique de la Magdeleine; le troisième, peu connu, bien qu'il ait été exploité par les Chartreux pour la construction des murailles de leur monastère, forme au milieu des gneiss, au-dessus des Campaux, une gibbosité peu saillante; enfin, nous en avons découvert un quatrième sous forme de filon transversal, entre le Plan de la Tour et la Garde-Freynet.

Malgré leur proximité et leur peu d'étendue, ces divers gisements diffèrent notablement les uns des autres, quant à leur composition minéralogique, ou, pour parler plus rigoureusement, quant à la disposition de leurs parties constitutives. Bien que l'ensemble de leurs caractères les rapproche tous plus ou moins d'une espèce de stéatite compacte, néanmoins la présence du talc qui se trouve logé dans la masse soit en petits nids, soit en fibres rayonnantes, ainsi que des accidents particuliers de coloration, établissent des variétés nombreuses. Ce qu'il y a surtout à remarquer, c'est que les serpentines du Var sont toutes privées de diallage, et, sous ce rapport, elles s'écartent de leurs analogues de la Corse et des Alpes. Celles de la Molle et des Quarrades se distinguent par le contraste et l'opposition de leurs couleurs dues à des portions d'un jaune-pâle, qui se détachent vivement sur un fond noirâtre tirant au bleuâtre ou au vert-sombre. Quelquefois la première couleur devient dominante, et alors la teinte foncée dessine des veines et des filaments entrelacés qui fouettent la roche d'une manière capricieuse et la bariolent de mille dessins assez agréables à l'œil. Cette disposition invisible ou peu distincte dans la cassure fraîche, ressort avec vivacité dans les fragments exposés depuis de longues années aux influences atmosphériques, dans les blocs qui encombrent encore les chantiers abandonnés, ainsi que dans les pièces taillées qui, à Saint-Tropez, à Grimaud, à la Garde-Freynet, et même jusqu'à Fréjus, forment les ornements saillants des portes et des fenêtres, ou les arêtes angulaires de quelques édifices.

Il paraît que, dans le siècle dernier, l'emploi des serpentines que leur colora-

tion avait fait désigner par le nom de *peiro bluro* (pierre bleue) était assez généralement répandu. Les Chartreux de la Verne, obligés de construire un vaste monastère dans une contrée presque entièrement composée de micaschistes, exploitèrent le gisement de la Molle avec une grande activité, et en firent servir les blocs, après les avoir polis, au revêtement des portes, des fenêtres, aux ornements intérieurs et extérieurs de leur église : leur intention était bien de bâtir la Chartreuse entière avec cette pierre; mais un procès que leur suscita le propriétaire de la carrière les força d'en restreindre l'emploi et de chercher un autre point qui pût leur fournir des matériaux pour les grosses murailles et les fortes maçonneries. Ils le trouvèrent au S. de l'emplacement qu'ils avaient choisi, dans une roche talqueuse non susceptible de poli, et dont le gisement est connu encore aujourd'hui sous le nom de *Carrière des Pères*.

Dans les divers gisements précités, la serpentine est masquée par une enveloppe plus ou moins épaisse d'une substance talqueuse très douce au toucher, à fibres entrelacées et rayonnantes, s'émoussant sous le marteau, et se réduisant, dans les parties désagrégées, en une poussière onctueuse qui ne présente aucune différence avec la *craie* pulvérisée de Briançon; quelquefois ce minerai pénètre dans la masse même au milieu de laquelle elle court en petits filons qui, sous un certain jour, reflètent un éclat nacré très vif. A la Molle, cette enveloppe asbestiforme est intimement soudée à la serpentine dont elle se distingue par sa texture et sa teinte plus pâle. Au-dessus des Campaux, la serpentine s'est dépouillée d'une partie de ses caractères ordinaires, et se trouve remplacée par une espèce de stéatite assez analogue à celle de la Corse; mais elle est traversée dans tous les sens par des milliers de cristaux aciculaires de talc verdâtre, qui donnent à la roche une structure feutrée et une ténacité extrême. Par places, on observe des plaques d'une substance blanche, clivable, très brillante, qui, dans les parties exposées depuis longtemps au contact de l'air, prend une couleur bronzée. A la suite d'altérations profondes, la partie extérieure du dépôt s'est convertie en une roche ferrugineuse se désagrégeant avec la plus grande facilité, et montrant vers la structure fibreuse une tendance plus prononcée que les portions saines : de petits filons asbestiformes, à fibres droites ou rayonnées, pénètrent jusque dans le cœur de la masse; mais le talc entrelacé abonde surtout à l'extérieur, et forme, à proprement parler, une calotte qui la recouvre. Aux Quarrades on observe pareillement des filons d'un talc lamelleux, à écailles très serrées, d'un vert très foncé, et traversés par des cristaux bacillaires d'amphibole actinote, à baguettes droites ou radiées.

A l'O. de la campagne de M. de Pradines (1), non loin des Quarrades, on

(1) L'obligeance avec laquelle M. E. de Fonscolombe, à la Molle, et de M. de Pradines, à Cavalaire, m'ont constamment accueilli, me fait un devoir de leur en témoigner ici toute ma reconnaissance. Les naturalistes qui visitent les montagnes littorales du Var trouvent, chez les propriétaires des châteaux de la Molle et de Cavalaire, non seulement l'hospitalité la plus bienveillante, mais encore des indications précieuses sur les localités qu'ils habitent.

rencontre dans une vigne des blocs très volumineux, d'un asbeste grossier, à structure ligneuse, à fibres droites, disséminés çà et là au milieu de la terre végétale. C'est, à ne pas en douter, un gisement de serpentine qui se trouve caché dans la profondeur, et dont cette substance trahit les affleurements. A en juger par la manière dont ces asbestes se comportent avec les serpentines, je n'hésite pas à croire qu'ils ne soient le résultat d'une opération épigénique, et que leur structure fibreuse ne dépende d'un jeu d'affinité chimique qui aura imprimé aux molécules un arrangement différent. Nous avons eu l'occasion de signaler dans les Pyrénées des asbestes cotonneux qui se formaient journellement au milieu des arènes pyroxéniques d'Arguénos. Les fissures qui traversent les syénites de Labassère sont remplies par de l'asbeste fibreux qui semble avoir suinté après coup à travers les parois auxquelles il est attaché, et dont l'origine offre beaucoup d'analogie avec celle des gypses fibreux que l'on recueille au milieu des argiles. Qui ne sait, au surplus, que les beaux amiantes de la Corse et de la Toscane se trouvent engagés dans les serpentines, et que l'on observe les passages les mieux ménagés entre les serpentines compactes, les asbestes durs qui adhèrent à ces roches, et les asbestes soyeux qui représentent le terme le plus avancé de l'épigénie progressive?

Le gisement des Quarrades avait fait sensation dans le monde savant à l'époque où la docimasie dans les mains de Vauquelin donnait un si grand lustre à la minéralogie. M. Pontier d'Aix avait découvert dans les sables et dans les matières incohérentes répandues dans les alentours du dépôt serpentineux une substance noirâtre très pesante dans laquelle ce chimiste reconnut la combinaison du fer avec l'acide chromique. Son emploi dans les arts la fit rechercher avec beaucoup de soin; mais malheureusement les rognons que l'on poursuivait presque au hasard n'étaient pas assez abondants, et, de plus, leur dispersion ne dépassait point un périmètre étendu. On voit encore aujourd'hui les vestiges des fouilles superficielles que M. Pontier avait fait pratiquer, et qui consistaient dans la recherche, au milieu de la terre végétale et des talus d'éboulement, des fragments de minerai qui avaient été détachés de la masse serpentineuse. Bien qu'on ne puisse voir à découvert ni couches ni filons, je me suis assuré, en étudiant la collection recueillie par M. Pontier lui-même, et que son fils conserve à Aix, ainsi que celle de M. de Fonscolombe qui habitait la Molle pendant qu'on exploitait le fer chromaté, je me suis assuré, dis-je, que cette substance est logée dans les petits filons de talc verdâtre entremêlé d'amphibole au milieu duquel elle forme des rognons plus ou moins volumineux qui se fondent insensiblement dans la roche, et se comportent avec elle comme le cuivre panaché et le cuivre pyriteux se comportent dans les filons serpentineux de Monte-Catini, de Rocca Tederighi et du Terriccio en Toscane. Ajoutons que la grande quantité de fer chromaté que l'on retira de Baltimore interrompit bientôt ces recherches, exécutées d'ailleurs sur une très petite échelle.

Les serpentines des montagnes des Maures, dit M. Élie de Beaumont, rappellent

naturellement celles de la Corse, de la rivière de Gênes et des Alpes occidentales. Cependant, par la petitesse de leurs masses et par l'absence de l'euphotide, elles ressemblent plutôt aux mamelons de serpentine de la partie S.-O. des Vosges et à celles du Limousin, qui se sont fait jour comme elles à travers les schistes anciens, ce qui tendrait à les faire considérer comme plus anciennes que les terrains jurassiques (1).

On conçoit en effet l'impossibilité d'indiquer leur âge d'une manière précise à cause de l'absence complète de terrains plus modernes que le gneiss dans les localités où on les observe. Il nous manque ici les points de repère que nous offriront les grès bigarrés pour discuter l'ancienneté relative des porphyres rouges ainsi que des mélaphyres. Cependant il est facile de s'assurer aux Quarrades qu'elles sont antérieures à la période porphyrique. La serpentine y forme un monticule arrondi et constitue le premier ressaut de la série d'escarpements des montagnes primaires de l'anse de Cavalaire. Avant d'atteindre le dépôt serpentineux, on remarque vers l'E. un micaschiste à brillantes écailles dirigé S.-E.-N.-E., et plongeant S.-O. en dehors de la roche ignée. En suivant les surfaces de contact et en remontant à travers les cistes épineux le petit torrent qui coule entre la serpentine et la campagne des Quarrades que l'on laisse au N.-E. à sa droite, on rencontre un dyke de mélaphyre verdâtre variolé régulièrement de petits cristaux d'albite très miroitant, et qu'au premier coup d'œil on serait tenté de considérer comme un diorite. Il se décompose en boules énormes qui elles-mêmes se délitent par zones concentriques; comme le micaschiste qui l'encaisse se désagrége à son tour avec la plus grande facilité, les blocs se détachent naturellement par leur propre poids, lorsqu'ils se trouvent privés de leur point d'appui, et roulent dans le ruisseau dont ils encombrent le lit. Le filon suit d'abord la direction des schistes cristallins (N.-N.-O., S.-S.-E.); mais, après avoir franchi le torrent, il s'amincit graduellement et pousse sur la gauche une ramification qui coupe les couches du gneiss et les a forcées de se replier. Le filon traverse dans le sens opposé, c'est-à-dire vers l'O.-S.-O., le dépôt de serpentine. Cette disposition confirme les inductions de M. Élie de Beaumont; car nous démontrerons dans le chapitre IV que, dans le Var, les mélaphyres ont apparu pour la première fois pendant la période triasique.

CHAPITRE III.

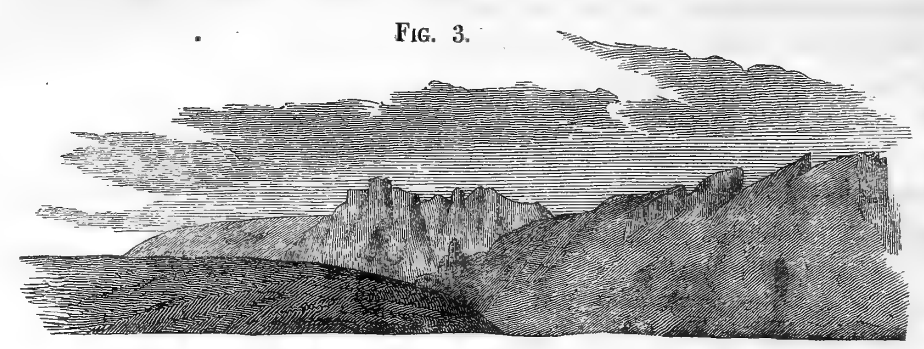
FORMATION DES PORPHYRES ROUGES QUARTZIFÈRES.

Le porphyre rouge quartzifère constitue presque à lui seul le massif entier de l'Estérel, et prête à cette chaîne une physionomie particulière qui la distingue de tout ce qui l'environne. Aux formes arrondies des montagnes des Maures, aux

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, tome I, page 492.

longues chaînes secondaires étagées en terrasses, derniers contre-forts des Alpes qui, depuis les plaines de la Crau jusqu'au col de Tende, forment un rempart continu sous la protection duquel s'abritent les fertiles plaines de Toulon à Nice,

Fig. 3.

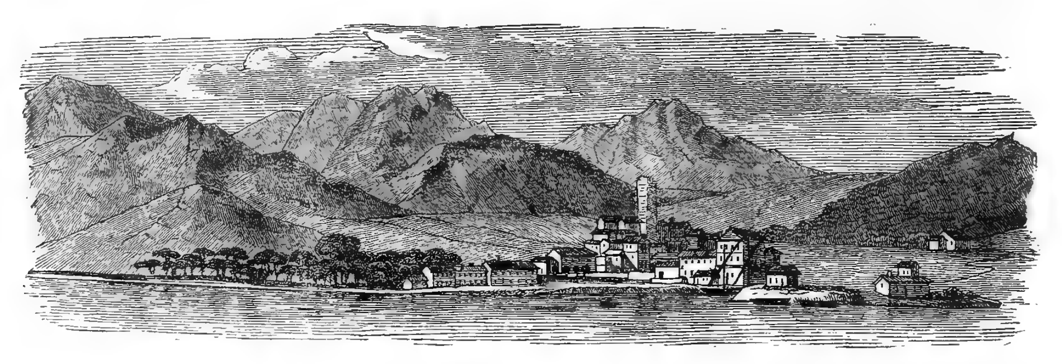


L'Estérel vu de la mer à l'entrée de la rade d'Agay.

succèdent des pics décharnés, des dentelures irrégulières se découpant d'une manière hardie à l'horizon, depuis la vallée d'Endelos jusque dans la Méditerranée où ils forment plusieurs caps remarquables par leurs escarpements abruptes, et dont les profils sauvages s'harmonisent à merveille avec un paysage sévère, rendu plus sévère encore par les forêts de pins qui composent sa seule parure. La masse porphyrique se trouve divisée en deux bandes inégales par la



Fig. 4.

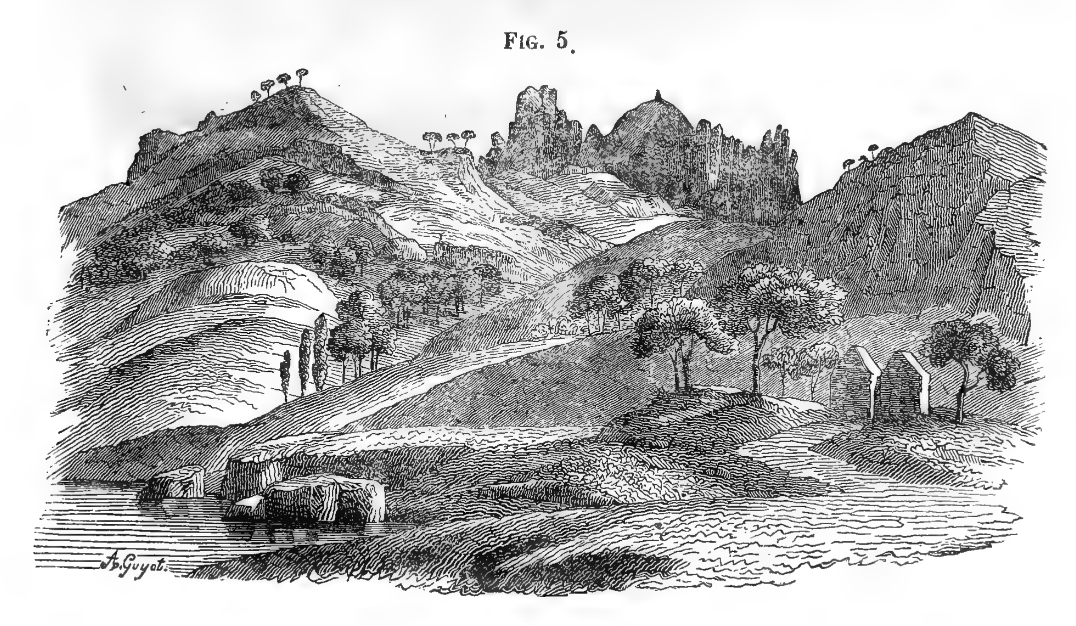


L'Estérel vu du port d'Agay.

vallée du Reyran. La plus occidentale est limitée, à l'O., par la rivière d'Endelos, et court, d'après une ligne N.-O. S.-O., entre Pennafort et Bagnols sur un versant, et sur l'autre, entre le Rouit et Puget-les-Fréjus. Elle se détache avec beaucoup de hardiesse des grès bigarrés qui enveloppent sa base, et s'élance au-dessus d'eux en gigantesques murailles taillées à pic, lézardées par intervalles par d'étroites fissures perpendiculaires, dont les parois montrent à nu la division prismatique et la structure des porphyres. Elle se termine dans le quartier de la Gardiole en un promontoire qui domine les schistes cristallins de la vallée du

Reyran. La seconde bande, qui n'est que la continuation de la première, avec laquelle elle ne formait qu'un seul tout avant qu'un soulèvement eût produit la vallée d'écartement du Reyran, se dresse dans la berge gauche de cette rivière, au-dessus des gneiss et des grès houillers, vers les anciens travaux connus sous le nom de Puits d'Auguste, et s'étend jusqu'à la mer sous la forme d'un vaste trapèze irrégulier, dont le plus grand côté serait une ligne tirée du golfe de la Napoule au roc de la Gardiole, et qui aurait pour côté parallèle une autre ligne joignant le Puits Auguste à la pointe du château d'Agay. La fig. 7, qui accompagne la carte géologique annexée à ce mémoire, exprime les relations des deux portions de la chaîne porphyrique par rapport aux autres terrains. La direction générale des crêtes, ou pour mieux dire l'axe du massif porphyrique, se confond avec le prolongement mathématique de la bande d'Esclans, et indique suffisamment les rapports de continuité qui lient l'une à l'autre ces deux portions aujourd'hui séparées. Elle est parfaitement indiquée par les pics du mont Vinaigre, d'Arturby, de la Sainte-Baume, de Saint-Raphaël et par le cap Roux. Les faces méridionales

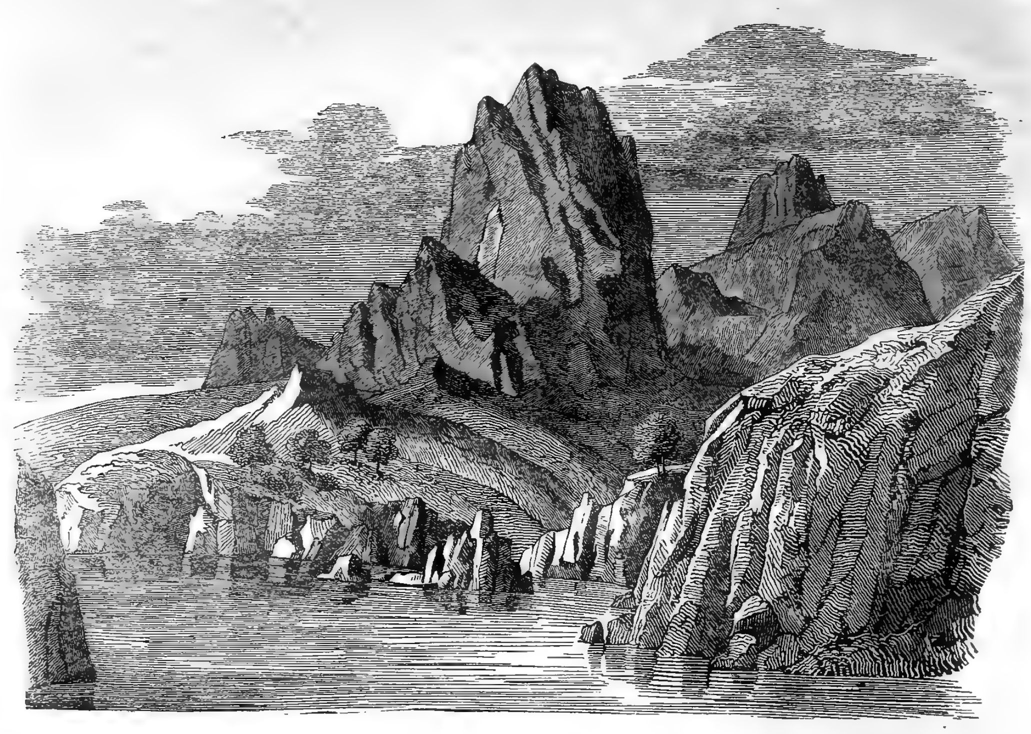
Fig. 5.



Le cap Roux vu du golfe de Fréjus.

de l'Estérel présentent des escarpements très raides au-dessus desquels s'élève le mont Vinaigre, à qui M. Tixier assigne 1,329 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis que du côté de Cannes les pentes assez ménagées sont à peine troublées par quelques ressauts dont le porphyre accidenta le relief du sol en se faisant jour à travers les gneiss. La barrière naturelle produite par l'escarpement méridional, depuis la mer jusqu'à Esclans, a toujours opposé des obstacles qu'on a difficilement surmontés pour traverser la chaîne de l'Estérel par une bonne route. Les Romains l'avaient dirigée dans le sens de la dépression qui fait

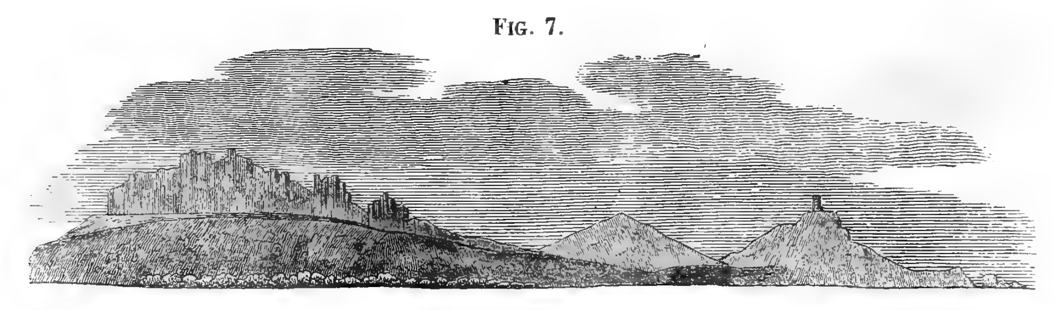
FIG. 6.



Rochers du cap Roux.

infléchir les crêtes vers la Sainte-Baume de Saint-Raphaël, au-dessus du vallon des Gondins : on en voit encore des vestiges sur plusieurs points, et notamment

FIG. 7.



Le cap Roux vu de la mer dans la direction du S.-E.

dans le voisinage du poste des douaniers d'Aurelle, dont le nom est emprunté à celui de l'antique voie romaine (*via Aureliana*). La route actuelle coupe les porphyres à divers niveaux ; mais elle est détestable et très difficile. Un nouveau tracé doit la conduire par la berge gauche de la vallée du Reyran à travers les schistes cristallins, et lui faire éviter les contournements que l'on a dû pratiquer pour franchir les escarpements porphyriques.

Les porphyres rouges reparaissent en quelques autres points de la chaîne de l'Estérel, à l'E. de Vidauban, et vers le Muy, dans le massif des montagnes connues sous le nom de Rochers de Roquebrune. Dans ces deux localités, il est recouvert par le grès bigarré, et il s'est fait jour à travers les schistes cristallins. On remarque aussi dans le promontoire de Darmont, près d'Agay, le même porphyre, qui paraît avoir été isolé du massif principal de l'Estérel par quelques dépôts de mélaphyre ; mais en réalité, à part ces rameaux perdus, on peut dire que cette roche, très concentrée dans son gisement, et remarquable par l'uniformité de ses principes constituants, représente, dans le département du Var, un des termes les plus tranchés et les mieux définis de la série ignée, car son étude ne laisse subsister aucun doute sur l'époque géologique à laquelle elle appartient, ainsi que sur ses relations avec les terrains qu'elle a traversés ou qui la recouvrent.

Les seules distinctions que l'on puisse établir dans la composition des porphyres rouges ne consistent guère que dans les accidents de coloration et dans la plus ou moins grande abondance du quartz ou du feldspath qui en sont les parties essentielles. La pâte est généralement un pétrosilex orthose d'un rouge plus ou moins foncé, d'une cassure mate, susceptible de blanchir à l'air et de se convertir en une matière kaolinique imparfaite, happant à la langue et donnant par l'insufflation une odeur prononcée d'argile. Sur quelques points de la chaîne, et notamment sur le versant de l'Estérel, qui fait face à Cannes, ainsi que dans les gorges sauvages de Pennafort, on rencontre des porphyres d'un rouge amarante et violâtre, relevé par des cristaux réguliers d'orthose rose ou d'un rouge de corail, qui se dessinent nettement sur le fond plus foncé de la masse : ce sont de vrais porphyres antiques susceptibles de poli dont on retrouve des fragments dans les ruines romaines d'Aix, de Fréjus et de Riez.

La commune de Montouroux, entre la mine de houille des Vaux et l'Estérel, présente une autre variété de porphyre brunâtre entièrement pétrosiliceux, à cassure largement conchoïde, et remarquable par l'absence complète des cristaux d'orthose. Elle est seulement parsemée de quelques particules quartzeuses d'une parfaite transparence.

Un des éléments constituants du porphyre, l'orthose, s'y présente en nombreux cristaux simples ou hémitropes, dont la dimension dépasse rarement 2 ou 3 millimètres. Je ne connais qu'une seule localité où l'orthose se dépouille de sa couleur ordinaire : c'est à Vidauban. Le feldspath emprunte des teintes opalines et bleuâtres, qui rappellent le chatoiement de la pierre de lune ou les vifs reflets du labrador.

Le quartz est constamment associé dans le porphyre avec le feldspath orthose, mais dans une proportion relative infiniment moins considérable. Il s'y trouve à l'état de petits noyaux hyalins qui ne sont autre chose que des cristaux ébauchés tendant à la forme dodécaédrique.

Outre ces minéraux essentiels, on observe fréquemment dans la masse des substances terreuses verdâtres que M. Élie de Beaumont considère comme analogues à la terre de Vérone. C'est principalement au-dessus du poste des gardes forestiers, à la montée de l'Estérel, qu'on les rencontre en plus grande abondance. Le mont Vinaigre m'a offert en outre quelques géodes de quartz tapissées d'une multitude de petits cristaux.

Comme on peut le remarquer, tous ces accidents de couleur et de structure sont assez peu importants et d'un intérêt secondaire ; mais j'ai constaté un fait plus remarquable sur lequel j'appelle l'attention, et qui démontre que, dans le département du Var, les porphyres rouges ont devancé de fort peu l'apparition des spilites (mélaphyres). En effet, j'ai recueilli, en parcourant les montagnes d'Aurelle et en suivant les crêtes porphyriques qui dominent la rade d'Agay, une variété de porphyre rouge avec de nombreux cristaux d'orthose et de quartz, criblée en outre de cavités remplies de carbonate de chaux, de manière à constituer un *porphyre-spilite*, établissant le passage le mieux prononcé entre les porphyres quartzifères et les amygdaloïdes. Ce passage, nous aurons occasion de le démontrer, n'est pas le seul caractère qui lie ces deux produits : l'association constante de ces deux roches, la présence simultanée de leurs débris au milieu des grès bigarrés, le recouvrement de certains de ceux-ci par des porphyres rouges indiquent de la manière la plus positive, dans les éruptions successives qui couvraient le Var de leurs déjections, des alternances, à des intervalles de temps assez rapprochés, de porphyres rouges et de mélaphyres. En traitant de ces derniers, nous reviendrons sur cette importante question, et nous déduirons des faits que nous exposerons que, si, en général, les mélaphyres constituent des dépôts plus modernes que les porphyres quartzifères, il en existe cependant quelques uns qui leur sont contemporains, et dont les premières émissions marqueraient la fin de la période porphyrique, en présentant ces oscillations hybrides qui rendent quelquefois difficiles à établir les limites entre deux formations qui se succèdent immédiatement.

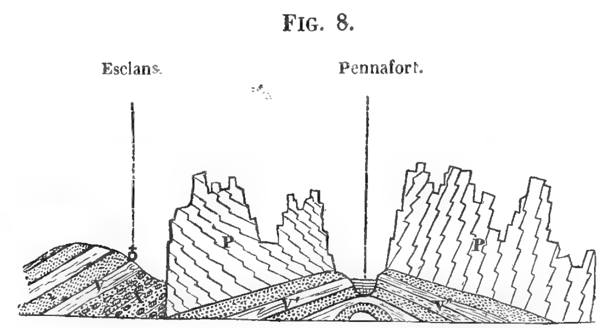
M. Élie de Beaumont a très bien prouvé que les porphyres rouges avaient coulé, en s'appuyant sur leur division prismatique, ainsi que sur certaines variétés bréchiformes. Ce savant géologue me fait l'honneur de me citer pour la découverte que j'ai faite, en 1839, dans la commune de Montouroux, d'un porphyre rouge qui empâte des fragments de grès bigarrés, lesquels, malgré les modifications énergiques que la chaleur leur a fait subir, conservent en partie leur texture primitive et leurs lignes de stratification. Dans l'échantillon que je possède dans ma collection, le porphyre se trouve soudé d'une manière intime à un grès rouge à grain moyen, dont la surface est ondulée, et qui vers les points de contact est transformé en un jaspe compacte, d'un aspect un peu lustré, perdant par gradations insensibles ces caractères accidentels, et passant alors au grès qui constitue le centre des fragments, et dans lequel on reconnaît distinctement le quartz et le

feldspath triturés qui forment ses éléments composants. Or, comme les conglomérats qui appartiennent à cette même formation des grès bigarrés renferment des débris de porphyre quartzifère et de mélaphyre amygdalaire dont quelques dépôts se montrent dans le voisinage, il résulte de toutes ces circonstances la preuve de deux éruptions porphyriques dont l'intervalle de repos aurait été troublé par une éruption mélaphyrique. En 1839, je ne pouvais invoquer que l'induction puissante qui découlait de ce fait, et l'existence de filons de porphyres au milieu des gneiss, en témoignage irrécusable de leur fluidité et de leur ancienneté relative par rapport à certaines couches de grès bigarré. Car, d'un côté, s'il m'était démontré que ce membre du terrain triasique s'était formé en grande partie aux dépens du porphyre quartzifère, d'un autre côté il n'était pas moins établi, par la découverte faite à Montouroux, que dans la chaîne de l'Estérel la formation porphyrique n'était pas le résultat d'une émission unique ; mais nulle part je n'avais saisi des exemples de superposition évidente qui pussent écarter tout doute, et cette difficulté tenait en grande partie à l'encroûtement dont les conglomérats ont enveloppé la base des porphyres et masqué leurs relations directes avec les autres terrains dans les lignes de contact. Mais, en 1842, j'apportai plus de ténacité dans mes recherches, et je parvins à reconnaître deux localités où le porphyre repose franchement au-dessus du grès bigarré et le recouvre sur une grande surface. Ces deux localités, désormais célèbres pour l'histoire des porphyres de l'Estérel, sont celles de Pennafort et de San-Peire, à l'O. de la Napoule.

Nous avons dit que la limite O. de la chaîne de l'Estérel, considérée géologiquement, finissait là où s'arrêtaient aussi les porphyres, au-dessus d'Esclans, dans la vallée d'Endelos. La rivière d'Indre, qui descend des montagnes adossées à la chaîne du Rouit, entame, au-dessous du petit Esclans, le massif porphyrique, dont une portion se trouve ainsi séparée de la masse principale et s'étend dans le vallon de Pennafort. Au confluent de ces deux torrents, on est obligé, pour gagner la chapelle de Notre-Dame, de s'engager dans les défilés d'une gorge profonde obstruée par des blocs volumineux tombés des précipices formés de chaque côté par les murailles porphyriques qui, coupées à pic et dentelées de la manière la plus sauvage et la plus pittoresque, s'élèvent à la hauteur de plusieurs centaines de mètres. L'œil suit avec admiration les contours de ce paysage où le ciel n'apparaît qu'à travers les profondes découpures de roches noirâtres. Quelques pins se sont accrochés aux anfractuosités, et leur physionomie sauvage ajoute encore à l'effet d'un tableau dont les détails vous saisissent d'autant plus vivement que rien dans les alentours ne vous prépare à un spectacle si majestueux. Les murailles qui encaissent le torrent de Pennafort sont traversées par des rainures profondes, toutes parallèles entre elles, qui les divisent en longs prismes irréguliers dont la disposition rappelle les colonnades basaltiques. Il arrive souvent que des fissures perpendiculaires à la direction de ces prismes dé-

bitent la masse en plusieurs assises superposées, qui, lorsqu'une portion a été détruite, présentent en retrait jusqu'au sommet de la montagne une succession de grandes terrasses disposées en gradins et composées chacune d'un système particulier de prismes. Quand on a laissé à sa droite le torrent d'Endelos pour suivre celui de Pennafort, on marche d'abord sur un grès houiller, redressé presque verticalement, alternant avec une argile très micacée et graphiteuse, et avec des poudingues dans la composition desquels on reconnaît le quartz, le gneiss et le micaschiste des montagnes voisines. A 100 mètres de distance environ, on voit butter contre ce grès des couches d'une argile schistoïde rouge et couleur lie de vin, dont la direction est O.-N.-O., E.-S.-E., avec une inclinaison de 22° vers le S.-S.-O. On les suit un instant sur la berge droite du torrent, mais elles disparaissent bientôt sous des éboulis de cailloux et de porphyres, et sous un gazon marécageux. Grâce cependant à un angle avancé que jettent les masses porphyriques au milieu de son lit, le torrent, rétréci et plus rapide, est obligé de pousser toutes ses eaux contre cet obstacle, et la base de l'escarpement ainsi balayée laisse apercevoir distinctement la succession des couches qui le composent. On retrouve à la partie la plus inférieure (fig. 8) ces mêmes argiles bigarrées (V')

FIG. 8.



P. Porphyre rouge. — V'. Grès bigarré antérieur au porphyre. — X. Conglomérats porphyriques. — V. Grès bigarré postérieur au porphyre.

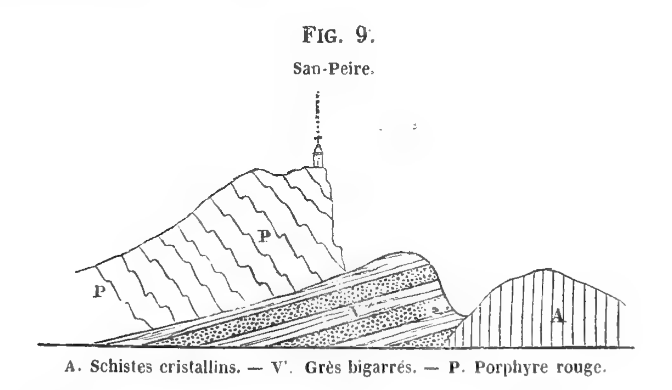
que nous avions observées au confluent d'Endelos et de Pennafort, et on les voit passer de chaque côté de la vallée au-dessous des porphyres qui les oppriment de leurs grandes masses prismatiques. J'ai étudié très attentivement la composition de ces argiles qui admettent aussi quelques bancs de grès, et je me suis assuré qu'elles ne contiennent aucun fragment de porphyre, et que par conséquent elles diffèrent, quant à la nature de leurs éléments, des conglomérats et des grès (V) qui, vers Esclans, recouvrent les porphyres rouges au détriment desquels ils sont presque entièrement formés. Le porphyre sera donc venu au jour pendant la période des grès bigarrés dont il aura recouvert les premières couches. Cette déduction qui, comme on le voit, est la conséquence naturelle d'un fait bien établi de superposition, se trouve confirmée par la rencontre faite, dans le torrent de Pennafort, de plusieurs blocs de porphyre empâtant des frag-

ments anguleux de roche, parmi lesquels on reconnaît, à ne pouvoir s'y méprendre, les mêmes grès et les mêmes argiles amarantes qui passent au-dessous des porphyres, et que ceux-ci auront saisis au moment où ils les traversaient en les brisant. Je n'ai pu observer, comme il est quelquefois facile d'y parvenir, dans le massif de l'Estérel, les cheminées par lesquelles la matière porphyrique s'est échappée ; mais la preuve d'un épanchement par un ou plusieurs orifices ressort de la manière dont les porphyres, sur une très grande étendue, reposent au-dessus des couches du grès bigarré, et par les modifications énergiques que quelques portions ont subies au contact.

La coupe intéressante de Pennafort et les phénomènes importants qu'elle me dévoilait m'ayant démontré que la partie inférieure des grès bigarrés avait été recouverte par une éruption porphyrique, et que l'œuvre de la sédimentation, un instant interrompue, avait dû se continuer sur les flancs du porphyre, puisque les grès supérieurs en renferment des fragments si abondants, je trouvai dans l'existence des conglomérats qui reposent à la base de cette roche ignée et l'encroûtent jusqu'à une certaine hauteur, la clef du phénomène éruptif et l'explication de la cause qui masquait si souvent les rapports réciproques de ces deux terrains. Je compris en même temps que pour surprendre ces relations, il était utile de choisir pour points d'étude les fentes naturelles produites par les soulèvements ou par l'action des eaux, afin de voir à nu la structure interne des masses jusqu'à une grande profondeur. Je dirigeai en conséquence mes recherches sous les pics décharnés du mont Vinaigre, là où les montagnes de l'Estérel atteignent leur maximum d'élévation, et j'eus la fortune de découvrir dans la montagne de San-Peire un nouveau point absolument analogue à celui de Pennafort.

La montagne de San-Peire (saint Pierre) forme à l'O. de la Napoule, au milieu

FIG. 9.



A. Schistes cristallins. — V'. Grès bigarrés. — P. Porphyre rouge.

des gneiss et des grès bigarrés, un mamelon isolé de porphyre rouge qui se rattache par quelques points intermédiaires à la grande crête porphyrique qui traverse l'Estérel de l'E. à l'O. En obliquant un peu vers le N.-O. des montagnes

dentelées que l'on aperçoit au-dessus du port de Theoule, et dont le prolongement rencontre les pics de Montuby, descend un torrent, le Riou, qui se jette dans l'Argentière, non loin des plaines alluviales de la Siagne. Lorsqu'après avoir laissé la route postale pour suivre le chemin de la Napoule, on a traversé le Riou, on se trouve en face d'une série de collines composées de gneiss, de porphyres, de conglomérats et de grès bigarrés. Ces derniers forment la base de la butte conique de San-Peire, et s'avancent sur un massif de gneiss qui les sépare des bancs de conglomérats au milieu desquels semblent surgir les masses dominantes de l'Estérel. Ils sont recouverts directement par un porphyre rouge quartzifère qui, comme celui d'Esclans, est divisé en prismes irréguliers. Tout dans ce gisement se réunit pour mettre en lumière les faits relatifs à la formation porphyrique : non seulement il offre la superposition incontestable du porphyre sur le grès bigarré, mais encore une particularité qui se rattache à sa nature éruptive. Cette particularité consiste dans la présence, au milieu de la roche ignée, de fragments anguleux à arêtes très vives du gneiss que l'on observe au-dessous du mamelon de San-Peire. Or, comme les morceaux empâtés se trouvent portés à un niveau plus élevé que celui de leur gisement primitif, il faut nécessairement conclure de cet accident que le porphyre, en venant au jour à travers le gneiss, en a déchiré les couches, et que vers les points traversés, les débris provenant de l'action du frottement et des fractures se sont logés dans la pâte porphyrique, lorsqu'elle était encore à l'état fluide. Les grès bigarrés qui sont superposés aux schistes cristallins renferment à leur tour de nombreux cailloux de quartz, de gneiss et de micaschistes ; mais ils sont totalement dépourvus de porphyre. Ce concours de diverses circonstances contrôle la généralité du fait de superposition déjà signalé à Esclans, et confirme l'antériorité de certaines couches de grès bigarrés par rapport à certains porphyres rouges. Ces exemples, fournis par les deux extrémités de la chaîne porphyrique, me semblent résoudre toutes les difficultés relatives à l'âge des porphyres quartzifères du département du Var. Les détails qui suivent compléteront leur histoire.

S'il nous est démontré que certaines couches de grès bigarré, comme à San-Peire et à Esclans, sont antérieures au porphyre rouge, il n'est pas moins positif que les autres couches qui constituent la masse la plus considérable de cet étage lui sont postérieures. En effet, dans les deux localités précitées, ainsi qu'à la base des montagnes porphyriques, on observe de puissantes assises de conglomérats appartenant au grès bigarré, lesquelles recouvrent le porphyre comme d'un épais manteau. On dirait que les pics et les cimes de l'Estérel se sont fait jour à travers leurs masses. Cependant, en examinant attentivement leurs relations et leur composition, on ne tarde pas à reconnaître dans ces couches agglomérées la continuation de l'étage des grès bigarrés qui, interrompus lors de la première apparition des porphyres, se déposèrent au-dessus d'eux après leur refroidissement ; aussi l'on voit que ces conglomérats sont presque entièrement formés de débris

roulés de porphyre rouge, dont des blocs énormes sont engagés au milieu d'une pâte grossière composée des mêmes éléments triturés. On y observe pareillement des cailloux de quartz et de gneiss provenant des schistes cristallins qui sont dans le voisinage, et plus rarement des fragments de mélaphyre dont nous aurons occasion de reparler dans un autre chapitre. Le volume des blocs diminue graduellement à mesure que l'on s'éloigne des escarpements porphyriques; et dans les plaines du Muy et du Luc, ainsi que dans les environs de Toulon, on reconnaît bien au milieu des grès, dans les fragments de feldspath rose, les derniers indices du porphyre, mais non des débris tant soit peu considérables de cette roche. Les coupes représentées sur la carte géologique par les figures 1, 2, 3 et 4, indiquent très bien la position des conglomérats à la base des roches porphyriques. On peut dire que l'Estérel en est flanqué dans tout son pourtour.

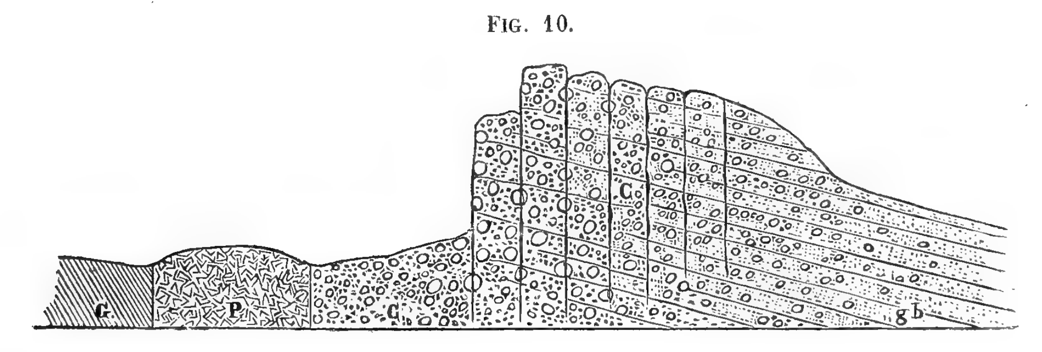
L'histoire des conglomérats a été si habilement traitée par M. Élie de Beaumont, que l'on nous saura gré de citer textuellement le passage qui se rapporte au gisement classique de Roquebrune, et dont les conséquences théoriques s'appliquent également aux autres localités que nous avons signalées dans l'Estérel.

« Roquebrune doit son nom aux rochers d'un brun rougeâtre au pied desquels » il est situé. Ces rochers, quoique situés au midi de la rivière d'Argens, pré- » sentent encore les caractères anfractueux des crêtes de l'Estérel et du cap Roux, » ce qui forme une exception et un contraste remarquable; car toutes les mon- » tagnes et les collines du groupe des Maures ont généralement des contours » arrondis.

» Ces rochers sont dus à une série de phénomènes dans lesquels se dévoile le » mécanisme de l'origine du grès bigarré. Le porphyre et le grès bigarré s'y lient » entre eux par l'intermédiaire d'un conglomérat très grossier qui, étant en même » temps très solide, forme la montagne dentelée de Roquebrune.

» Le porphyre est quartzifère, d'un rouge amarante, souvent assez pâle, pres- » que compacte, ne contenant qu'un petit nombre de grains de quartz et de cris- » taux de feldspath. Ce porphyre s'observe surtout près de Valaye, au pied mé- » ridional des rochers de Roquebrune. Il est très dur, mais extrêmement fendillé.

FIG. 10.



G. Gneiss. — P. Porphyre quartzifère. — C. Conglomérats. — gb. Grès bigarrés.

» ce qui l'empêche de former des rochers saillants. Il occupe une zone qui se » dessine en blanc sur la surface du terrain, et qui paraît se diriger presque » exactement de l'O. à l'E., de manière que son prolongement passerait à peu » près par les collines porphyriques d'Agay et de Boulouris. A une petite dis- » tance de l'affleurement du porphyre, on trouve en place un conglomérat peu » solide qui ne forme pas non plus de rochers.

» Ce conglomérat est formé de débris porphyriques et granitiques au milieu » desquels sont empâtés des fragments de granite rougeâtre. Il s'étend jusqu'au » pied des rochers de Roquebrune, qui sont eux-mêmes formés par un conglo- » mérat porphyrique et granitique très grossier, mais très dur, disposé en grosses » couches, plongeant légèrement vers le N. et traversé par des fentes verticales » qui, en quelques points, sont assez régulièrement disposées pour les diviser » en prismes parfois assez réguliers.

» Les fragments de granite et de porphyre que renferme ce conglomérat va- » rient de grosseur, depuis le volume d'un grain de sable jusqu'à près d'un » mètre de diamètre.

» Ceux de granite présentent plusieurs variétés de cette roche. Le feldspath » y est généralement rougeâtre, et le mica y est vert par un commencement de » décomposition. Le grain y est variable et le granite est quelquefois porphy- » roïde. Les fragments de porphyre quartzifère appartiennent aux variétés les » plus ordinaires.

» Les angles de tous ces fragments sont en général plus ou moins arrondis, ce » qui annonce qu'ils ont frotté les uns contre les autres. Les plus gros sont en- » veloppés par un ciment dans la composition duquel entrent les plus petits, ci- » mentés eux-mêmes par un agrégat composé des éléments triturés du granite et » du porphyre. Ces éléments plus ou moins ressoudés ensemble constituent une » roche qui, au premier abord, ressemble à un granite porphyroïde : il faut de » l'attention pour l'en distinguer. C'est pour ainsi dire un granite régénéré.

» La solidité de ce conglomérat est due, suivant toute apparence, à une cause » fort analogue à celle qui a produit la cristallisation du granite lui-même, c'est- » à-dire à une demi fusion résultant de l'action de la chaleur. Cette chaleur se- » rait provenue des phénomènes qui ont accompagné les éruptions porphyriques, » et les fentes verticales qui divisent en prismes grossiers les parties les plus » solides du conglomérat seraient l'effet du retrait qui aurait accompagné le re- » froidissement. Il paraît aussi très vraisemblable que les matériaux dont le con- » glomérat se compose ont été amenés à la surface de la terre par les éruptions » porphyriques, et même par l'éruption de la masse du porphyre qu'on voit » affleurer près du village, au pied méridional des rochers de Roquebrune. Lors » de l'éruption de ce porphyre, les parties refroidies les premières se seraient » concassées et broyées. Le porphyre, en faisant éruption, aurait traversé des » masses de granite dont il aurait poussé devant lui de nombreux débris pêle-

» mêle avec les débris porphyriques. En effet, le granite renfermé dans le con-
» glomérat ressemble à quelques unes des variétés qui, dans le massif des
» Maures, s'insinuent dans le gneiss et en forment peut-être le support. Toutefois
» c'est le gneiss qui, vers le S., borde immédiatement l'affleurement du porphyre;
» de sorte que si les fragments granitiques renfermés dans le conglomérat n'a-
» vaient pas été amenés des profondeurs de la terre, il faudrait qu'ils eussent
» été charriés d'une assez grande distance, ce que rien ne conduit à supposer.

» Les indices de stratification que présentent même les parties les plus gros-
» sières du conglomérat annoncent que les phénomènes éruptifs les ont vomis
» dans le fond d'une mer dont les eaux les ont immédiatement agités et étendus.
» Cette agitation a dû naturellement entraîner au loin une partie des menus
» débris, en laissant les plus gros près du théâtre de l'éruption. La structure des
» rochers de Roquebrune est d'accord avec cette supposition.

» Les couches dont ils se composent s'inclinent légèrement en s'avançant vers
» le N., et en même temps elles deviennent de plus en plus nombreuses. Elles
» passent par degrés à des grès rougeâtres identiques avec tous ceux des pentes
» de l'Estérel. Ces grès forment les escarpements par lesquels le massif de Ro-
» quebrune se termine sur la rive méridionale de l'Argens. Ils ne contiennent
» plus çà et là que quelques fragments peu nombreux de porphyre ou de granite
» qui attestent leur liaison intime avec les conglomérats grossiers de l'escarpe-
» ment méridional et de la crête culminante (1). »

Pour en finir avec les conglomérats, il ne nous reste plus qu'à parler de ceux qu'on rencontre dans quelques portions de la chaîne de l'Estérel, et notamment dans les montagnes que le chemin de Saint-Raphaël à Agay traverse entre le littoral et le quartier du Deffens. On les voit reposer en couches irrégulières et très épaisses sur le même système de grès fins et d'argiles amarantes, qui, à Esclans et à San-Peire, représentent la portion de grès bigarrés antérieurs à l'apparition du porphyre rouge. Bien qu'ici les conglomérats existent sans l'intermédiaire du porphyre, comme on l'observe dans la chaîne centrale, il ne résulte pas moins des circonstances de leur gisement qu'ils occupent le même horizon géologique. En effet, les argiles inférieures ne contiennent aucun débris de porphyre, tandis que les conglomérats qui leur succèdent sans transition et brusquement en renferment des fragments volumineux passés à l'état de cailloux : double circonstance qui accuse dans les eaux de la mer, au fond de laquelle se précipitaient tranquillement les argiles inférieures, une agitation subite provoquée, suivant toute apparence, par le surgissement des porphyres, et dont les conséquences durent avoir pour résultat de faire succéder à une période de calme une période de désordre, attestée, la première par la régularité et la composition uniforme des couches, la seconde par une stratification grossière

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, tome I, page 481.

et par l'apport de nouveaux éléments dont la forme arrondie atteste la violente origine. (Voir la fig. 4 de la carte géologique.)

En un mot, les porphyres rouges n'ont pas préludé dans le Var à la période des grès bigarrés; ils en ont interrompu la sédimentation. De cette manière nous sommes amenés à considérer ces derniers, qu'ils soient ou non inférieurs aux porphyres, comme les divers termes successifs d'un seul et même étage.

Nous avons à rendre compte d'un autre fait qui a beaucoup d'importance à nos yeux, et qui ajoute un nouveau poids aux distinctions que nous avons établies. Il consiste dans l'harmonie des rapports qui existent entre les grès et les porphyres. Nous avons fait observer que le porphyre, en se refroidissant avait été traversé par de nombreuses fissures parallèles, dont l'intersection par d'autres fissures à angle droit avait déterminé la création de plusieurs systèmes de prismes polyédriques superposés. On sait que lorsqu'une masse en fusion cristallise sur un plan horizontal, les fissures qui la divisent sont sensiblement perpendiculaires à ce plan. Si une force quelconque dérange la position de ce plan, ainsi que la masse qu'il supporte, et les soulève d'un certain nombre de degrés, les fissures éprouveront un mouvement correspondant et se dérangeront d'un même nombre de degrés, tout en conservant leur perpendicularité relativement à la surface qui était primitivement horizontale. Or, c'est justement dans cette corrélation que se présentent les grès bigarrés inférieurs et les porphyres. Il n'y a, en effet, qu'à jeter les yeux sur les figures relatives à l'histoire des porphyres représentées sur la carte géologique, pour se convaincre que ces divers terrains ont tous été déposés horizontalement, que le soulèvement qui les a surpris date d'une même époque, et que par conséquent le porphyre n'a pas été la cause à laquelle on doive attribuer le relief de l'Estérel. Nous avons cité Pennafort et San-Peire comme les localités où la structure prismatique est la mieux prononcée, et où l'intercalation du porphyre au milieu des grès bigarrés fournit les moyens de bien étudier cette disposition. Dans les crêtes du Mont-Vinaigre, à la Baume de Saint-Raphaël, à Bagnols, tout se présente dans les mêmes conditions : si le soulèvement a établi des inégalités dans la stratification des grès bigarrés ou des lignes anticliniques, les porphyres qui les dominent ont obéi aux mêmes mouvements et aux mêmes dislocations. La conséquence qui découle de ces faits est toute naturelle. Il est évident que si les porphyres n'avaient pas recouvert les grès inférieurs, lorsque ceux-ci se trouvaient dans une position horizontale, les fissures du porphyre ne seraient point perpendiculaires à la surface de leurs couches; si, d'autre part, les conglomérats avaient été déposés sur les porphyres après leur redressement, et par conséquent après celui des grès inférieurs, ils ne seraient point concordants avec ces derniers, et de plus les prismes conserveraient avec les uns une direction qu'ils n'auraient pas conservée avec les autres. M. Élie de Beaumont a observé lui-même, et j'ai eu occasion de répéter son observation, qu'un peu au delà de la maison de poste de l'Estérel, le

long de la route, plusieurs masses de porphyre, dont l'une est presque compacte, sont divisées en prismes distincts d'un assez petit diamètre, et perpendiculairement à la surface suivant laquelle ce porphyre repose sur le gneiss, mais non perpendiculairement aux couches du gneiss.

Nous verrons plus tard, en traitant du porphyre bleu des Caux, que c'est à son apparition que l'on doit attribuer le redressement de l'Estérel : nous aurons occasion de remarquer en même temps que les plus grandes fractures, ainsi que les plus hautes crêtes, existent principalement dans le voisinage de cette roche qui, depuis Boulouris où la mer l'a mise à découvert, se poursuit jusqu'au delà des Gondins, où elle s'enfonce au-dessous du massif porphyrique de Mont-Vinaigre et de Montuby.

En décrivant les montagnes du vallon de Pennafort, je crois avoir dit que j'avais recueilli un porphyre bréchiforme qui renfermait des fragments très reconnaissables de ces argiles et de ces grès fins qu'on ne pouvait rapporter qu'au grès bigarré inférieur. On les rencontre également au milieu des conglomérats qui s'étendent depuis la côte de Saint-Raphaël jusqu'à la mer et dans les torrents qui se précipitent des cimes abruptes de Mont-Vinaigre, de Montuby et de la Sainte-Baume. Cette dissémination sur divers points de l'Estérel, très éloignés les uns des autres, dévoile dans les phénomènes éruptifs des porphyres l'intervention d'une cause générale qui aurait agi sous l'empire de conditions identiques et dans le même intervalle de temps. Leur présence dans les conglomérats et la difficulté de pouvoir les observer en place s'expliqueraient par la facilité avec laquelle les eaux triasiques, entamant les porphyres avant qu'ils fussent recouverts, stratifiaient leurs débris loin des masses dont ils avaient été arrachés, et par l'impossibilité de saisir, sous l'épais manteau de conglomérats qui les masquent, les lignes de superposition du porphyre et des grès bigarrés; mais les faits que nous avons exposés plus haut, et les développements que nous avons présentés, suffisent pour dissiper tous les doutes et pour fixer l'opinion sur l'âge et l'origine soit des grès bigarrés, soit du porphyre rouge.

A l'appui de tous ces détails, qui démontrent d'une manière si concluante les propriétés éruptives du porphyre, nous ajouterons deux observations que nous puisons dans le premier volume explicatif de la carte géologique de France.

M. Élie de Beaumont a signalé près du pont sur lequel la route de Fréjus à Cannes traverse la rivière de l'Argentière, au S.-O. de la Napoule, un filon de porphyre qui coupe les feuillets du gneiss. Près du contact, le gneiss présentait une teinte verte, et il était décomposé de manière à être tout à fait friable. Le porphyre présentait à son tour des zones parallèles à la surface du contact, qui se manifestaient par des différences dans son grain et dans son état de décomposition.

Enfin, cet observateur a recueilli, dans le ruisseau qui descend des Caux, des fragments d'un porphyre quartzifère, de couleur violacée, qui présentaient une

cassure rubanée et presque schistoïde, à zones très minces et presque foliacées. Ces zones étaient contournées comme le sont les stries de certaines laves qui ont éprouvé des obstacles dans leur mouvement (1).

Nous voyons, en nous résumant, que :

1° L'intercalation des porphyres quartzifères, sous forme de filons, au milieu des gneiss et du terrain houiller, démontre leur antériorité par rapport à la formation des schistes cristallins du département du Var et de la formation carbonifère; car les grès et les poudingues du terrain houiller, qui occupent le fond de la vallée du Reyran, et acquièrent une puissance considérable, ne renferment que des débris de gneiss, de quartz et de micaschistes, et jamais de porphyre;

2° Que les porphyres quartzifères ont apparu pendant le dépôt des grès bigarrés, de sorte qu'une portion de ces derniers est entièrement privée de fragments appartenant à cette roche ignée, tandis que l'autre en est entièrement formée; qu'il a existé au moins deux éruptions distinctes de porphyre rouge;

3° Que leur origine éruptive est attestée autant par leur superposition au-dessus des grès bigarrés que par les fragments anguleux de gneiss et d'argiles qu'ils renferment, ainsi que par les modifications qu'ils ont fait subir aux roches qu'ils ont traversées;

4° Enfin, que leur redressement coïncide avec celui des grès bigarrés de la chaîne de l'Estérel.

CHAPITRE IV.

FORMATION DES MÉLAPHYRES.

§ I. Considérations minéralogiques.

Si l'on ne s'arrêtait qu'aux caractères extérieurs que présentent les roches que nous allons décrire, et qui sont connues chez les géologues sous la dénomination très équivoque de *spilites*, de *trapp*, d'*amygdaloïde*, on serait tenté de rapporter chaque échantillon à une espèce minéralogique distincte, tant les variations extrêmes diffèrent d'un type commun auquel on voudrait les comparer. En effet, les divergences sont telles, soit dans la coloration, soit dans la présence et la disposition de leurs éléments constitutifs, soit enfin dans la contexture et leur degré relatif de ténacité, que tout caractère extérieur, tout cachet minéralogique disparaît, et que, sans les rapports géologiques qui lient étroitement ces divers dépôts

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, tome I, page 479.

entre eux, il serait impossible d'arriver à quelque chose de raisonnable sur les particularités de leur histoire.

Cependant, quand on s'est livré à une étude un peu sérieuse des circonstances de leur gisement, il n'est pas impossible de saisir les traits d'une physionomie commune qui permettent de leur assigner la même origine, abstraction faite de l'arrangement de leurs parties constituantes; puis lorsque, pour le besoin de la méthode, on veut créer des divisions systématiques, on est amené empiriquement à répartir dans plusieurs types principaux, auxquels accourent se grouper toutes les variétés secondaires, les *spilites* du Var, considérées sous le point de vue minéralogique. Cette distinction une fois établie, l'histoire de ces roches curieuses ne se compose plus que des phénomènes géologiques auxquels elles ont donné naissance, ainsi que de leur distribution géographique.

Comme la pâte des spilites est essentiellement pyroxénique (1), la classification en types ne repose en réalité que sur les variations de la texture et la présence des minéraux accidentels; et ce dernier caractère disparaît absolument, ainsi qu'on le remarque dans les mélaphyres grenus et terreux, ou bien ce sont des cristaux d'albite qui donnent à la masse l'apparence d'un porphyre, des noyaux calcaires ou calcédoniens, ou bien enfin, les éléments primitifs, par une cristallisation particulière, ont revêtu la forme globuleuse et radiée, et composent une véritable *variolite*.

Par suite de ces dispositions diverses, on est amené, pour spécifier chacune de ces variations, à établir quatre classes de mélaphyres, qui sont :

1° Le mélaphyre grenu;

2° Le mélaphyre porphyroïde;

3° Le mélaphyre amygdaloïde;

4° Le mélaphyre variolitique.

Bien qu'il arrive fréquemment que, dans les mêmes gisements ou dans les mêmes

(1) La chaîne des Vosges, qui nous a déjà fourni des points de comparaison avec celle de l'Estérel, renferme, outre des porphyres quartzifères et des serpentines, une série de dépôts de porphyres caractérisés par l'absence du quartz, et que M. Élie de Beaumont (voyez *Explication de la carte géologique de la France*, tome I, pages 367 à 369) décrit sous le nom de *mélaphyres*. Ce sont, comme à Rimbach-Zell, des roches verdâtres avec des noyaux de spath calcaire irréguliers et des cristaux de labrador, ou bien des prasophyres semblables au *porphyre vert antique* dont les environs de Giromagny offrent le type le plus nettement défini.

Le *spilite*, ajoute M. Élie de Beaumont, n'est qu'une modification du mélaphyre; il en est évidemment contemporain. Les différentes dégradations des mélaphyres des Vosges se lient *toutes* par des passages incontestables à la variété ordinaire, au milieu de laquelle ils semblent constituer de grands amas informes.

Nous renvoyons à notre texte pour démontrer que, dans le département du Var, les mélaphyres, les spilites, les trapps et les amygdaloïdes dérivent aussi d'un même type, lequel, malgré quelques dissemblances dans les signalements des individus, leur a imprimé des caractères de famille auxquels on reconnaît leur communauté d'origine.

échantillons, les cristaux de feldspath se trouvent associés à des noyaux de carbonate de chaux, et qu'ainsi la variété porphyroïde passe à la variété amygdaloïde, et réciproquement, les types que nous avons créés satisfont pleinement à toutes les exigences de description, et suffisent pour bien caractériser la formation particulière de porphyre qui nous occupe en ce moment

Dans notre première notice sur l'Estérel, insérée dans le VII[e] volume du *Bulletin de la Société géologique de France*, et, plus tard, dans notre *Cours de géologie* (Aix, 1839), nous avions adopté pour ces roches la dénomination générale de *spilite*, sans pouvoir leur assigner d'autre caractéristique commune qu'une pâte pyroxénique renfermant du carbonate de chaux ou du feldspath disséminé : nous avions fait en même temps des mélaphyres grenus, tels que ceux que l'on observe aux Adrets, une amphibolite avec laquelle ils ont la plus grande ressemblance extérieure, et nous cherchions ainsi à éviter une confusion entre deux roches, qu'une différence de texture semblait écarter réellement l'une de l'autre; mais depuis que nous avons découvert aux Campaux, dans les environs de Puget-lez-Fréjus, et au cap Garonne, près de Toulon, ces prétendues *amphibolites* se charger de cristaux assez volumineux d'albite, et même de globules calcaires ou de géodes d'agate, nous avons senti l'inconvénient d'une semblable distinction, et, à l'exemple de M. Élie de Beaumont, nous avons imposé à tous ces porphyres pyroxéniques la dénomination univoque de *mélaphyres* (1). D'ailleurs, l'expression trop vague de *trapp* ou de *spilite* s'attache à une si grande quantité de produits mal définis, qu'elle rappelle involontairement l'application qui en a été faite à plusieurs formations distinctes, et qu'elle donne par conséquent une fausse idée de leur véritable position.

Avant de nous livrer à l'examen des faits géologiques qui se rattachent à leur sortie, nous consacrerons quelques lignes à leur description minéralogique, pour ne plus être embarrassé plus tard par l'exposé des détails de leur composition.

I. Mélaphyres grenus. — Les mélaphyres que l'on rencontre depuis le haut de la montée de l'Estérel jusqu'au-dessous du poste des Cantonniers, en vue du golfe Juan, constituent généralement une roche grenue, d'un vert sale foncé, un peu translucide sur les bords de la cassure, composée de petites lamelles miroitantes, jouant un peu l'aspect saccharoïde de certains marbres. Il est difficile, au premier coup d'œil, de les distinguer des amphibolites massives de la Vendée ou de quelques ophites des Pyrénées. M. Élie de Beaumont, qui les a vues en place, en parle en ces termes (2) : « Quoique le grain n'en soit pas très gros, on y distingue » facilement des cristaux imparfaitement terminés d'un pyroxène d'un vert som- » bre : ils sont enveloppés dans une masse lamelleuse qui paraît d'un vert sale,

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, tome I, page 493.

(2) *Idem*, tome I, page 493.

» peut-être par un simple effet de transparence, et qui est composée du labrador » le mieux caractérisé : on y voit en foule les tranches effilées parallèles à la » face P des cristaux hémitropes de labrador, présentant, malgré leur peu de lar- » geur, plusieurs bandes à reflets discordants. On y remarque aussi les clivages » uniformes parallèles à la face M, plus larges, moins brillants, mais souvent un » peu chatoyants. »

Le gisement grenu du cap Garonne présente les cristaux hémitropes de labrador sous un plus grand volume (4 ou 5 millimètres), et justifie pleinement les détails qui précèdent, en en rendant l'observation plus facile.

La roche des Adrets, qui peut être considérée comme le type des mélaphyres grenus, est d'une extrême ténacité, d'une homogénéité parfaite dans la cassure, et sans mélange de substances accidentelles. La même variété reparaît dans la vallée du Reyran, entre le Prat d'Auban et le Puget, à Curebiasse, commune du Puget, et au S.-E. de Saint-Tropez.

Aux Campaux, au S.-O. de la ferme des anciens Chartreux de la Verne, le gneiss renferme un filon de mélaphyre verdâtre assez semblable à celui des Adrets, mais s'en distinguant par la présence de quelques noyaux calcaires et de cristaux d'albite maclés de plusieurs centimètres de longueur, lesquels lardent la roche de taches d'un blanc sale, tirant sur l'olivâtre. Si cette dernière substance y était plus abondante, la masse devrait être considérée comme un porphyre mélaphyrique des mieux définis.

Le village de la Garde, situé entre Toulon et Hyères, est adossé à un mamelon conique entièrement composé d'un mélaphyre à pâte confusément cristalline, et renfermant par places, à l'état disséminé, une grande quantité de cristaux noirâtres d'une substance dans laquelle on reconnaît facilement le pyroxène. Au premier coup d'œil, on serait tenté de le considérer comme une dolérite ; mais les circonstances de sa position, ses rapports de voisinage avec les filons de mélaphyres qui s'observent un peu plus loin sur les flancs de la montagne de la *Colle-Noire* et du cap Garonne, suffisent pour le ramener à son véritable niveau géologique. Le côté N.-O. de la grande rade de Gieus est percé par de nombreux dépôts de mélaphyre, et à la *Grande-Bastide*, située à quelque distance du château de Carquerane, la variété grenue se charge insensiblement de globules calcaires, et constitue à quelque distance une véritable amygdaloïde avec druses de quartz.

Dans les localités dites *le Grand-Gondin*, au pied de l'escarpement produit par les porphyres rouges du Mont-Vinaigre et de la Sainte-Baume de Saint-Raphaël, à Esclans, un des points de départ de ces mêmes porphyres rouges, à la Bouvière, sur la route du Muy à Fayence, à Bagnols, et sur une foule d'autres points, il n'est pas rare de rencontrer des mélaphyres grenus qui sont comme noyés au milieu des amygdaloïdes.

Il nous reste à mentionner la variété particulière de mélaphyre grenu qui gît dans le voisinage des serpentines des Quarrades et sur quelques autres points du

quartier de Cogolin, dans laquelle, entre les cristaux miroitants de labrador, on remarque des points blancs de la grosseur d'un grain de mil, très rapprochés les uns des autres, d'aspect vitreux, et qui m'ont paru se rapporter à l'albite.

II. Mélaphyres porphyroïdes. — Ainsi que nous l'avons remarqué en parlant du gisement des Campaux, et comme on l'observe aussi dans celui de Curebiasse, le mélaphyre grenu se charge quelquefois de cristaux de feldspath, et passe alors à la variété porphyroïde.

Les filons qui s'insinuent dans le gneiss, entre la Napoule et l'Estérel, présentent le même passage; mais la région classique où l'on peut observer les mélaphyres porphyroïdes les mieux caractérisés est, sans contredit, la bande du littoral qui s'étend depuis le poste des douaniers de Boulouris jusqu'au promontoire du Darmont : on y remarque en effet toutes les variétés imaginables, depuis le mélaphyre terreux et compacte (trapp) jusqu'à la roche porphyroïde la mieux prononcée. Le fond de la pâte en est généralement vert, bleuâtre, et quelquefois couleur de brique cuite : la surface de la cassure est raboteuse, âpre au toucher, et donne, par l'insufflation, une odeur argileuse très prononcée. Grâce aux dénudations opérées par les vagues, les masses se montrent déchirées jusqu'à une très grande profondeur et laissent très bien apercevoir en saillie, sur leur extérieur corrodé, les gros cristaux maclés d'albite couleur de chair dont elles sont lardées, et qui imitent des fragments de mosaïque dispersés sans ordre.

Les variétés les plus répandues se réduisent à trois, qui sont :

1° Le *mélaphyre porphyroïde* proprement dit, dans lequel de grands cristaux de feldspath, qui ont quelquefois jusqu'à 3 centimètres de longueur, se dessinent sur un fond verdâtre, violet ou brun foncé.

2° Le *mélaphyre fragmentaire*, dans lequel, outre les mêmes cristaux, se trouvent engagés pêle-mêle des fragments anguleux de grès bigarrés et de mélaphyres porphyroïdes qui ont été saisis et empâtés au moment où la roche s'est fait jour à travers les couches inférieures de la formation triasique.

3° Enfin, le *mélaphyre porphyroïde boursouflé*, qui envahit surtout une grande surface à la naissance de la presqu'île du Darmont, dont l'extrémité S. supporte une antique vigie, et qui sépare la rade d'Agay du golfe de Fréjus. Outre les cristaux rosés de feldspath que nous venons de signaler dans le mélaphyre de Boulouris, on remarque dans la roche, dont la couleur est un brun de rouille très foncé, de nombreuses cavités, à parois lisses, de forme généralement ellipsoïdale, communiquant quelquefois entre elles, mais le plus souvent séparées. Ces vacuoles allongées, qui pénètrent le mélaphyre dans la plus grande profondeur, doivent évidemment leur origine à la fuite du gaz, au moment du refroidissement de la masse : il serait peu rationnel de les attribuer à l'existence de noyaux calcaires qui auraient disparu par une cause postérieure, tout s'opposant à l'admission d'une semblable hypothèse, et la forme des cavités, et l'état parfait de conservation de la roche. Il serait d'ailleurs bien difficile d'expliquer comment les mélaphyres des

gisements voisins, tels que ceux de Boulouris, conservent encore, même aux affleurements, toutes leurs amygdales calcaires, tandis que celles-ci auraient été anéanties en totalité dans la variété ferrugineuse de la rade d'Agay. Sans l'existence des cristaux de feldspath, on serait tenté de considérer ces produits ignés comme des basaltes bulleux ou comme des laves modernes (1).

En suivant la route de Fréjus à Bagnols, on rencontre, avant d'atteindre les porphyres rouges, un gisement de mélaphyre porphyroïde à pâte verte, rempli de feldspath un peu décomposé, dont les cristaux mal définis se confondent vers leurs extrémités avec la masse elle-même.

III. Mélaphyres amygdalaires. — On peut dire que la généralité des dépôts de mélaphyres de l'Estérel et de la chaîne des Maures appartient à cette classe de roches sur lesquelles l'opinion des géologues et des minéralogistes a tant varié, et auxquelles on a simultanément imposé les dénominations vagues de *trapp*, de *vacke*, de *spilite*, d'*aphanite*, de *variolite* et même de *basalte*. Si, à cause des variations nombreuses qui affectent leur texture ou à cause des substances accidentelles qu'elles renferment, elles ont jusqu'ici échappé à une bonne classification, il faut convenir que dans le Var, bien que sous le point de vue de texture et de configuration extérieure, ces mêmes roches prêtent un peu à la confusion, cependant l'examen de leurs éléments constitutifs, ainsi que leur position géologique, leur assigne des rapports communs d'origine avec les variétés précitées, et qui ne permettent pas de les en séparer. Le passage des unes aux autres s'opère par des transitions si insensibles et au moyen de mélanges si bien ménagés, que les distinctions que l'on serait tenté de créer, et qu'on pourrait multiplier à l'infini, ne serviraient qu'à surcharger les descriptions d'un bagage de mots inutiles, et nous devons alors nous renfermer dans les limites naturelles que nous avons établies. Que la masse soit plus ou moins terreuse, plus ou moins chargée de globules calcaires ou de cristaux de feldspath, il n'est pas moins exact de convenir que ces variations sont accidentelles, et qu'elles ne peuvent motiver des coupures génériques. En rangeant donc, à l'imitation de M. Élie de Beaumont, les roches amygdaloïdes dans les mélaphyres proprement dits, on ne viole aucune loi de composition, et, de plus, on en retire l'avantage de soumettre à une même appréciation générale des substances qui s'enchaînent les unes aux autres par les affinités d'une provenance commune, et par la solidarité des phénomènes qu'elles ont enfantés.

(1) Pour reconnaître la nature des gaz auxquels ces cavités doivent leur origine, le champ des hypothèses est large, on le comprend sans peine. Cependant j'ai voulu m'assurer par une expérience simple si la vapeur d'eau n'aurait pas été l'agent créateur de ces vacuoles, comme elle paraît l'être des boursouflures que l'on observe dans les laves modernes. En conséquence, j'ai soumis à la flamme d'une bougie, dans un tube fermé, un fragment de mélaphyre ferrugineux d'Agay, préalablement réduit en poussière, et je l'ai exposé à une chaleur modérée pendant deux heures, afin d'expulser l'eau qui aurait pu s'y trouver à l'état hygrométrique. Quelques instants d'expérience ont suffi pour déterminer la formation de gouttelettes qui se sont condensées dans la partie supérieure du tube, et qui m'ont démontré que le mélaphyre contenait une portion notable d'eau.

C'est qu'en réalité si l'on ne tenait compte de l'ensemble des circonstances qui régissent les dépôts mélaphyriques éparpillés en si grand nombre dans la chaîne de l'Estérel et dans les Maures, pour s'appliquer seulement à des distinctions subtiles de détail, il serait facile de démontrer que les divisions auxquelles on serait conduit, d'après l'examen des caractères extérieurs de structure, seraient au moins empiriques, puisque d'un côté nous avons vu qu'à Boulouris les mélaphyres, quoique étant éminemment porphyriques, admettaient néanmoins de nombreux globules calcaires, et que, d'un autre côté, les amygdaloïdes les mieux caractérisés, comme à Fréjus, à Esclans et à Bagnols, renfermaient des cristaux de feldspath albitique (1).

Les variétés dominantes auxquelles on peut rapporter les roches qui constituent cette troisième classe de mélaphyres sont :

A. *Le mélaphyre à noyaux calcaires.*

B. *Le mélaphyre géodique.*

A. *Mélaphyre à noyaux calcaires.* — Dans cette variété très répandue sur le littoral de la Méditerranée, la pâte est généralement grisâtre, tirant un peu sur le vert pâle, et laissant apercevoir dans la cassure fraîche une agglomération de grains peu cohérents, qui lui donnent l'apparence d'un grès fin. Les parties superficielles, exposées à l'action des agents atmosphériques, se font remarquer par une teinte noirâtre et une structure spongieuse due à de nombreuses cavités vides qui les font ressembler à des laves ou à des basaltes poreux : quelques auteurs, induits en erreur par ces caractères extérieurs, n'ont pas hésité à voir des vestiges d'anciens volcans dans les gisements où abondent les mélaphyres amygdalaires, des pouzzolanes dans les parties terreuses produites par décomposition, et Darluc, écrivain qui a publié un ouvrage estimé sur la Provence, engage vivement les minéralogistes à rechercher les cratères d'émission de ces prétendus volcans dont il a signalé l'existence dans les environs de Fréjus. Quelques géologues modernes, renonçant difficilement à une opinion semblable, s'obstinent à attribuer à des phénomènes volcaniques peu reculés de notre époque la sortie de ces anciens produits ignés.

La substance minérale qui donne à ce mélaphyre la structure amygdalaire consiste en des noyaux de carbonate de chaux laminaire, dont la grosseur moyenne est celle d'un pois. Il n'est pas rare pourtant d'en observer de plus volumineux; quelques uns même constituent des masses cristallisées de plusieurs centimètres de diamètre, qui souvent passent à la dolomie, et présentent alors l'aspect nacré particulier à ce minéral. Les mélaphyres du quartier des Ferrières, au-dessus

(1) M. Diday a constaté que la pâte de certains spilites du Var sont de l'albite colorée par de l'oxyde de fer soluble dans les acides, tandis que la pâte de certains autres peut être représentée par un mélange de quartz, d'albite et de pyroxène ou d'amphibole. La coloration est due soit à du peroxyde de fer, soit à un silicate ferrugineux également soluble dans les acides, et dont la composition est celle du péridot.

des Caux, sont remarquables par la pureté et la grosseur des calcaires enclavés : ce sont de véritables spaths d'Islande.

Il serait fastidieux de décrire toutes les localités où l'on trouve les mélaphyres amygdalaires : nous mentionnerons principalement les environs de Fréjus, Curebiasse, la côte depuis Saint-Raphaël jusqu'à Boulouris, la route postale depuis l'auberge de l'Estérel jusqu'au pont de l'Argentière, Esclans et Bagnols. Dans ces divers points, les amygdales calcaires sont généralement enveloppées d'une pellicule verdâtre que l'on retrouve également dans les *trapps* de l'Écosse et des îles Feroë, et dont la couleur me paraît due à la décomposition du pyroxène de la masse.

Depuis la Grande-Bastide, sur la côte de la rade de Giens, jusqu'au cap Garonne, le revers S. de la montagne de la Colle-Noire présente un assemblage très varié de toutes sortes de mélaphyres. Les amygdalaires se montrent sur toutes les portions du littoral où les couches usées et battues par la mer laissent voir en saillie les noyaux calcaires dont la roche est pénétrée. Ce que ce gisement offre peut-être de plus remarquable, et ce qui tend à confirmer le rapprochement que nous avons établi entre tous les mélaphyres du département du Var, c'est la présence simultanée des agates géodiques, des druses de quartz, du feldspath cristallisé et du carbonate de chaux au milieu d'une roche grenue, verdâtre, que l'on serait porté à considérer comme une dolérite, si l'existence du labrador n'y était trahie par la présence d'une multitude de petits cristaux à faces miroitantes, parmi lesquels on en remarque quelques uns de plus volumineux, et par conséquent mieux déterminables.

A Curebiasse, la calcédoine est aussi accidentellement unie aux amygdales calcaires qui criblent la masse entière. Le mamelon mélaphyrique qui supporte la chapelle de Saint-Joseph, au S.-O. de Saint-Tropez, laisse distinguer, sur un fond noir et homogène qui lui donne toutes les apparences d'un dépôt basaltique, les noyaux de calcaire et les taches blanches qui sont formées par les cristaux maclés d'un feldspath vitreux.

Les spilites du Drac, et notamment celles de Lagardette et des environs de Vizille, revêtent à peu près les mêmes caractères extérieurs que les mélaphyres amygdalaires de l'Estérel. Cette ressemblance devient surtout frappante dans les échantillons provenant de la carrière de Trouillet, près de Champ (Isère), lesquels affectent une structure porphyroïde qui les rapproche de leurs analogues du midi de la France, bien que ces derniers en diffèrent un peu par la couleur plus foncée de leur pâte et par la plus grande abondance de cristaux bien déterminés de feldspath. Nous démontrerons incessamment qu'ils sont aussi plus anciens que ceux du Dauphiné.

B. *Mélaphyre géodique.* — Cette variété, beaucoup moins répandue que les précédentes, rappelle les gisements fameux d'Oberstein avec leurs agates, leurs améthystes et leurs minéraux cristallisés. Je ne connais guère dans le Var que trois localités où ces accidents curieux se reproduisent : ce sont les collines de

Grane, dans la vallée du Reyran, au N.-E. de Fréjus; le quartier du Grand-Gondin, à l'E. de la même ville, et une colline arrondie au N. du château d'Agay, qui s'adosse comme contre-fort secondaire au massif des porphyres rouges du cap Roux.

Dans ces diverses localités, et surtout au Grand-Gondin, la pâte du mélaphyre est généralement terreuse, d'aspect brunâtre, et elle se décompose en une substance ferrugineuse qui a quelque ressemblance avec la pouzzolane. C'est à cette prompte désagrégation et à la conversion de la roche en une arène meuble que sont dues les profondes excavations creusées par les eaux torrentielles. Au milieu de ces matières incohérentes amoncelées à la base des monticules de mélaphyres, ou bien à la surface même du terrain, on rencontre les géodes d'agate, les quartz cristallisés, les améthystes et les jaspes. Lorsqu'au contraire la roche a résisté à l'influence des agents extérieurs, et qu'elle conserve sa solidité primitive, par suite de nombreuses fissures, elle s'écaille en fragments polyédriques que le moindre choc subdivise en nouveaux fragments recouverts sur toutes leurs faces par un enduit ferrugineux : d'où la difficulté d'obtenir des cassures fraîches.

La colline de Grane est, depuis longtemps, citée pour la grande quantité d'échantillons de collection qu'on en a retirés. La proximité de Fréjus lui a valu, avec la visite de presque tous les amateurs, sa célébrité et son dépouillement. Lorsqu'en 1832 je la parcourus pour la première fois, je parvins à réunir une suite intéressante de ces divers minéraux : dans ma dernière excursion, au mois de mai 1842, il m'a été facile de m'apercevoir que depuis dix ans elle s'était singulièrement appauvrie : toutefois, avec quelques recherches, on peut espérer encore de faire une assez bonne récolte.

Le quartz appartient principalement aux variétés hyalines et améthystes : il s'insinue en plaques minces dans les fissures de la roche, ou bien il cristallise dans des géodes. Le revêtement extérieur est ordinairement formé par une calcédoine à zones concentriques, nuancée de diverses couleurs. Le quartz remplace quelquefois la calcédoine et montre une de ses surfaces hachée profondément par des entailles nettes, comme si elles avaient été pratiquées par un instrument tranchant au moment où la substance était encore molle. Ces entailles la divisent en compartiments polyédriques qui affectent le plus souvent la forme d'un prisme triangulaire. La calcédoine offre plus rarement une pareille structure que j'attribue au retrait qui aura accompagné la consolidation de la matière siliceuse : cependant j'en ai recueilli quelques échantillons dans les collines de Grane et d'Agay : cette dernière localité en renferme des pièces très volumineuses, qui constituent de véritables *ludus Helmontii*, tant elles sont fendillées d'une manière bizarre.

Le quartz, quand il est cristallisé, se montre le plus souvent sous la forme d'un prisme hexaédrique terminé par une pyramide à six faces : j'ai cependant remarqué, mais très rarement, la forme dodécaédrique pure, sans l'intermédiaire du prisme. Une géode que j'ai ramassée dans le ruisseau de Sainte-Brigitte, près

de la colline de Grane, était tapissée dans son intérieur de petits cristaux d'un quartz laiteux, dont le sommet, au lieu de présenter la pyramide à six faces si commune dans le cristal de roche, était occupé par trois facettes triangulaires, dont chacune correspondait à deux pans du prisme.

Quant aux calcédoines, il serait difficile de citer une contrée où l'on pût en trouver un assortiment aussi complet. Elles se présentent en sphéroïdes pleins ou bien en géodes. Dans ce dernier cas, elles sont composées de zones concentriques qui suivent servilement tous les contours du noyau central, de sorte que les ondulations même les plus légères sont exactement traduites dans tout le parcours des lignes, et semblent avoir servi de modèle aux méthodes graphiques employées aujourd'hui dans les cartes géographiques pour figurer les contours des continents. Les teintes dominantes sont le bleu saphirin, le rose, le rouge hématoïde et le blanc laiteux; mais toutes les couleurs intermédiaires y sont représentées aussi, le jaune (sardoine), l'orangé, le rouge corail (cornaline) et le violet. Quand les géodes sont très petites, leur extérieur éprouve fréquemment un commencement d'altération qui les fait passer à l'état de cacholong; le centre seul, qui est composé de quartz, résiste à la décomposition et conserve son état vitreux.

Outre le quartz et la calcédoine, les mélaphyres géodiques contiennent aussi des nids de jaspe de diverses couleurs, dont les plus répandues sont le rouge hématoïde, le violet foncé, le vert sale et le vert prase. Souvent, comme à Agay, il est rubané, et il imite assez exactement la structure interne d'un arbre dicotylédone. Quelquefois aussi il est marbré par des veines irrégulières de quartz blanc, dont les dessins bizarres et interrompus donnent à la pierre un aspect bréchiforme. J'ai recueilli au Grand-Gondin, dans les mélaphyres ferrugineux, un bloc assez volumineux de cette variété, dont le fond, qui est un quartz laiteux, est sillonné par des filaments contournés d'un jaspe rouge de corail. Cette disposition rappelle à l'esprit la bigarrure des corolles de certaines fleurs blanches fouettées de rouge, ou une imitation de ces broderies en laine dites *en chenille*.

Il ne faudrait pas confondre ces jaspes, qui entrent comme parties accidentelles dans les mélaphyres, avec ceux que l'on remarque quelquefois dans la chaîne de l'Estérel au contact des roches ignées, et qui dérivent, par voie de métamorphisme, des marnes ou des grès bigarrés. Nous aurons occasion de les mentionner dans la suite de ce travail, en parlant des rapports réciproques des produits plutoniques et des formations sédimentaires.

IV. Mélaphyres variolitiques. — M. Brongniart, dans son *Traité minéralogique des roches*, avait indiqué la variolite rose dans les environs de Fréjus, sans rien ajouter sur son gisement. En 1832, je découvris dans les collines du Deffent, au N.-E. de Saint-Raphaël, en remontant le lit du petit torrent de la Garonne, le gisement de cette roche remarquable; depuis, je suis parvenu à l'observer dans trois localités, où elle se présente en masses vraiment considérables. D'après les raisons que j'ai déjà exposées, et dont la force ressortira mieux encore par les détails qui vont suivre, je n'ai pu con-

server le nom générique de variolite à cette roche, parce que, par cette dénomination, telle qu'on l'applique, par exemple, à la variolite de la Durance, on désigne une roche qu'on supposerait jouer un rôle important dans la constitution géologique de cette vallée ; tandis que, lorsqu'on explore le massif du mont Genèvre, on est fort étonné de voir la variolite s'effacer et ne former çà et là au milieu des euphotides que quelques accidents de peu de valeur que la texture globuleuse distingue mal de la masse qui l'absorbe et qui lui enlève toute son importance. Il est vrai que dans l'Estérel les variolites, un peu mieux définies dans leur composition, semblent former des protubérances indépendantes qu'on est tenté de distraire des autres gisements de mélaphyre ; mais ici encore la présence de globules calcaires et des passages insensibles à des roches amygdalaires et porphyriques dévoilent leur origine commune, et, en outre, leur contemporanéité bien constatée vient enlever le dernier caractère qui pouvait motiver une séparation (1).

On peut distinguer dans l'Estérel deux variétés principales de mélaphyre variolitique : celle dans laquelle les noyaux sont engagés, indépendants les uns des autres, dans une pâte feldspathique et constituant la roche désignée sous le nom de *pyroméride*, et celle dans laquelle les noyaux, pressés les uns contre les autres, forment à eux seuls la masse entière.

La première variété s'observe dans les collines du Deffent et au revers N. de la montagne de Grane, dans les flancs opposés d'un petit vallon traversé par une ligne d'arches de l'aqueduc romain qui apportait les eaux de la Siagne dans la ville de Fréjus. Dans ces deux localités, la roche variolitique compose des montagnes arrondies qu'on dirait avoir été déposées sous les eaux, tant la division tabulaire produite par le refroidissement imite les allures d'une véritable stratification. Sa pâte est généralement d'une couleur rose ou rouge un peu foncée, et

(1) En réunissant sous la dénomination générale de *mélaphyres* des roches de composition si opposée en apparence, je n'ai point eu la prétention d'anéantir les espèces que l'on a établies avec juste raison, en se basant sur les caractères minéralogiques ou sur des différences de structure. Au géologue qui n'aura étudié que les spilites du Dauphiné, le mot *spilite* suffira peut-être pour exprimer exactement les caractères de cette formation ; mais il n'en sera point ainsi relativement aux gisements nombreux du Var, où le *trapp*, ce protée de la géologie (pour me servir des paroles de Breislack), se transforme à chaque pas et dans une même localité, en *spilite*, en *vacke*, en *amygdaloïde*, en *porphyre*, en *aphanite* et en *variolite*, et devient par là même une source de complications terminologiques, si, pour décrire cette formation, on est obligé d'appliquer simultanément à chaque variation accidentelle un nom minéralogique différent. En ayant égard, au contraire, à la nature pyroxénique de la généralité des produits mélaphyriques du Var, et à la présence presque constante du labrador et de cristaux de feldspath, l'expression de *mélaphyre*, accompagnée des épithètes *grenu*, *amygdalaire*, *variolitique*, etc., satisfait à toutes les exigences de description, et s'harmonie avec l'uniformité des circonstances géologiques qui lient tous les dépôts du Var et soumettent leurs relations à une espèce de solidarité réciproque. J'espère que cette déclaration conjurera le retour du reproche un peu aigre qui m'a été adressé dernièrement, de *vouloir embrouiller la science*, pour avoir choisi le nom de mélaphyre de préférence à celui de spilite.

elle renferme à l'état disséminé une multitude de globules de même nature, mais s'en distinguant par une texture radiée et par une pellicule verte qui rend leur isolement tellement net, qu'on les dirait enchatonnés dans la masse même. Leur diamètre est à peu près constant, et dépasse rarement 3 à 6 millimètres. Leur abondance est loin d'être assujettie à une règle de dissémination uniforme, et c'est au caprice de leur disposition que l'on doit de recueillir une suite très variée de ces roches intéressantes. Lorsque, par un effet de décomposition, la roche éprouve des altérations, la couleur de rouge devient violette, et les globules qui perdent alors leur structure radiée ne se distinguent plus du fond que par leur enveloppe verte.

A Agay, le porphyre variolitique constitue une véritable pyroméride ; la couleur dominante est toujours le rouge, mais un rouge plus foncé. Les globules, au lieu d'être noyés et isolés dans la roche, comme à Grane et au Deffent, forment à eux seuls la masse entière, qui se trouve ainsi composée de noyaux sphériques adhérents les uns aux autres, et quelquefois tellement pressés, qu'ils nuisent à leur régularité réciproque. Ils présentent dans la cassure une structure radiée et fibreuse des mieux accusées. Il arrive souvent, et c'est encore la cassure qui le décèle, que l'intérieur des globules offre la disposition de plusieurs anneaux concentriques dont les parties intermédiaires sont occupées par la substance fibreuse, et rappellent, jusqu'à un certain point, la cristallisation du diorite orbiculaire de la Corse.

J'avais d'abord supposé que la composition des globules était exclusivement siliceuse; mais comme très souvent la masse entière de la roche en était formée, je conçus des doutes sur leur véritable nature, et je m'assurai, en les soumettant à l'action du chalumeau, qu'ils étaient fusibles et par conséquent feldspathiques.

Au Deffent, le mélaphyre variolitique contient quelques globules et des veines de carbonate de chaux qui le font passer aux amygdaloïdes; on y observe aussi un conglomérat remarquable de jaspe et de calcaire saccharoïde sur lequel nous aurons plus tard occasion de revenir. Dans les trois gisements précités se montrent aussi la calcédoine, le quartz et surtout les jaspes, qui sont généralement verdâtres, brunâtres et quelquefois rouges.

§ II. Leur position géologique.

A présent que la nature minéralogique des mélaphyres nous est bien connue, et qu'il nous est démontré que, malgré la divergence apparente de leurs éléments constitutifs, les diverses roches éruptives de la chaîne des Maures et de l'Estérel, désignées sous la dénomination de *trapp*, d'*amygdaloïde* et de *spilite*, constituent un seul et même groupe, examinons quelle est leur position géologique.

La contrée méridionale du Var, depuis les environs de Toulon jusqu'à Antibes, renferme trois grandes formations sédimentaires, qui sont les schistes cristallins,

le terrain houiller et le trias. Ce dernier y est représenté par ses trois étages, le grès bigarré, le muschelkalk et les marnes irisées. Il existe bien encore sur quelques points des lambeaux isolés du terrain tertiaire (marnes subapennines); mais ceux-ci, n'ayant été déposés qu'après les grandes dislocations qui ont redressé cette partie de la Provence, ne peuvent arrêter notre attention (1).

Dans l'Estérel, les grandes lignes de fracture suivant lesquelles les mélaphyres se sont fait jour sont parfaitement indiquées par les escarpements du porphyre rouge quartzifère qui courent depuis Esclans jusqu'au golfe de la Napoule. Les mélaphyres composent de chaque côté une série de monticules fort rapprochés les uns des autres, et qui, suivant toute probabilité, doivent former le sol lui-même à une petite profondeur : conjecture qui est confirmée par le développement extraordinaire qu'ils acquièrent lorsqu'ils reposent au milieu de terrains friables qui ont été dégradés ou emportés en partie, ainsi qu'on l'observe par exemple sur la côte de Boulouris, à la Garde près de Toulon, et dans les escarpements de la montagne Noire, entre le cap Garonne et la Grande-Bastide.

C'est presque toujours au milieu des grès bigarrés qui viennent reposer directement sur les porphyres rouges qu'on rencontre les dépôts de mélaphyres; et il devait en être ainsi, si, comme nous allons le voir, leur apparition, de peu postérieure à celle des porphyres rouges, dont l'âge est à peu près exactement celui des grès bigarrés, s'est manifestée à la suite des dislocations produites par la sortie de ces premières roches. Ils ont donc dû se faire jour à travers les points les moins résistants, et s'aligner de chaque côté des fractures qui limitent la formation porphyrique de l'Estérel. Il est même à remarquer que lorsque les grès bigarrés prennent un grand développement, comme dans la plaine comprise entre Vidauban et Toulon, la ligne des mélaphyres ne s'écarte pas sensiblement de celle du porphyre rouge, et que, dans les contrées qui s'éloignent du massif de l'Estérel, ils ne reparaissent plus, ou du moins bien rarement. On en rencontre bien quelques dépôts sur le revers des montagnes de Roquebrune; mais là encore leur présence se rattache à l'existence d'un dyke porphyrique que l'on observe entre ce village et le Muy. Les culots perdus des environs de Cogolin, de la Colle-Noire et de la Garde, paraissent bien faire exception à la règle générale de distribution; mais dans ces deux contrées, non seulement ils occupent les lignes de grandes failles, mais, de plus, ils sont associés aux grès bigarrés, et se rattachent conséquemment par les circonstances uniformes de leur gisement à la grande famille des Mélaphyres.

En suivant la route de Fréjus à Antibes, on marche d'abord sur des grès bigarrés qui remontent jusqu'au-dessus de la première baraque des cantonniers,

(1) On comprend que je ne parle ici que des formations du littoral, de celles qui offrent des rapports avec les mélaphyres; autrement j'aurais dû ajouter les formations jurassiques et crétacées qui, au-dessus de Toulon, dans la vallée de Gapau et dans la chaîne des montagnes parallèles à la grande plaine des grès bigarrés, c'est-à-dire, depuis Toulon jusqu'à Grasse, se présentent admirablement développées.

et s'enchevêtrent, ensuite vers la caserne de gendarmerie de l'Estérel, avec des masses très puissantes de porphyre rouge et de mélaphyres grenus qui traversent en même temps les schistes cristallins. Sur le revers opposé de l'Estérel, on remarque une disposition analogue de terrains jusqu'au pont de l'Argentière, où les gneiss constituent plus particulièrement le sol de la contrée. Les mélaphyres, sur les divers points où ils se montrent à découvert, paraissent encore subordonnés aux grès bigarrés; et si quelques dépôts se sont introduits au milieu du gneiss, on peut dire cependant que c'est vers le voisinage des porphyres rouges quartzifères qu'ils sont le plus abondants, et leur alignement obéit encore de ce côté à la ligne de fracture de la chaîne de l'Estérel.

La vallée du Reyran, qui est occupée presque en entier par les roches anciennes et par le terrain houiller, présente bien quelques gîtes de mélaphyre appartenant à la variété grenue; mais il faut se reporter sur le revers nord de l'Estérel, du côté de Bagnols, c'est-à-dire vers les points de jonction des grès bigarrés avec les porphyres, pour voir reparaître le cortége obligé des mélaphyres, dont on peut suivre des dépôts successifs jusque dans le voisinage d'Esclans.

A présent, si du quartier des Darboussières, au S.-E. de Fréjus, vous tracez votre route dans le vallon déprimé qui aboutit aux crêtes de la Sainte-Baume de Saint-Raphaël, et qui est resserré d'un côté entre les porphyres rouges de l'Estérel, et de l'autre entre les porphyres bleus de la chaîne arrondie des Caux, vous voyez les grès bigarrés qui occupent cette dépression crevés par des masses très considérables de mélaphyres, dont les gisements principaux sont ceux du Grand et du Petit-Gondin, de Vaissières, de Prat-Blocaus au-dessus d'Agay, du poste des douaniers de Boulouris, des Caux et des Ferrières. On les rencontre encore sur la côte de Saint-Raphaël, et même au-dessous de la vieille batterie qui défendait le port de ce petit village. Les points intermédiaires entre Fréjus et Esclans, pareillement occupés par les grès bigarrés, montrent une foule de filons des mêmes roches dont ceux de Fréjus, de Curebiasse et de Bouverie sont les meilleurs exemples.

Nous voyons donc que les mélaphyres forment autour du massif des porphyres rouges quartzifères de l'Estérel une ceinture non interrompue qui lui paraît subordonnée, et qu'on est bien certain de couper de quelque part que l'on cherche à pénétrer dans cette chaîne de montagnes.

La chaîne des Maures offre à son tour quelques gisements analogues; mais comme les schistes cristallins sont les roches qui y dominent presque exclusivement, et qu'ils sont sans rapport direct avec la constitution géologique de l'Estérel, en tant qu'on considère seulement le rôle qu'y ont joué les roches porphyriques, les mélaphyres ne s'y présentent pas avec les mêmes conditions et avec un si grand développement : aussi leur nombre est-il fort limité, et quelques rares dépôts apparaissent-ils disséminés çà et là sur cette grande surface. Cependant, entre Hyères et Toulon, où les grès bigarrés recouvrent les roches anciennes

les mélaphyres reparaissent en grandes masses, et poussent de puissants dykes ramifiés au milieu d'eux.

§ III. Leur âge.

Lorsque la série complète des terrains sédimentaires n'est point représentée dans une contrée occupée par les produits ignés, il est quelquefois très difficile de préciser exactement l'âge de ces derniers. Sans l'heureuse circonstance qui montra à M. Dufrénoy les ophites au milieu d'un étage tertiaire dans les environs de Biaritz, il aurait été très difficile de connaître l'époque où cette roche amphiboleuse, si commune dans les Pyrénées, vint au jour pour la dernière fois. La même difficulté se serait reproduite dans l'Estérel pour les mélaphyres, si les grès bigarrés, qui ont été formés par des matériaux appartenant à des terrains préexistants, n'eussent indiqué d'une manière positive que certains mélaphyres ont devancé l'époque où le muschelkalk fut déposé au fond de la mer triasique; d'un autre côté, des faits incontestables de superposition enseignent d'une manière tout aussi frappante, que si quelques unes de ces roches sont antérieures au grès bigarré, il en existe d'autres qui lui sont contemporaines et même postérieures.

Parcourons les faits qui justifient cette double proposition.

Depuis le port de Saint-Raphaël jusqu'au château d'Agay, le rivage de la mer est formé par des assises très puissantes de grès bigarrés dont les éléments, très grossiers, laissent reconnaître les roches qui ont concouru à leur composition : ce sont des fragments roulés de gneiss, de quartz amorphe, de micaschiste, de granite, de porphyre rouge quartzifère et de *mélaphyres amygdalaires* et *porphyroïdes*, qui se trouvent engagés dans une pâte formée des mêmes éléments, mais triturés et réduits à l'état de sables grossiers. Les galets de mélaphyre sont tous arrondis, et varient de grosseur; quelques uns, et ce sont les plus volumineux, peuvent avoir de 10 à 20 centimètres de diamètre. En étudiant les particularités de leur structure et de leur composition, il est très facile de deviner les lieux de leur provenance, et de les rapporter soit aux gisements de Fréjus, soit à ceux de Boulouris. Il est même digne de remarque que les grès bigarrés de cette dernière localité, où les mélaphyres de tout genre abondent, sont presque entièrement remplis des variétés qu'on observe dans le voisinage. Les fragments disséminés de cette roche et des autres matériaux qui ont concouru à la création des grès deviennent de plus en plus rares, à mesure qu'on s'écarte des montagnes où on les trouve en place aujourd'hui; d'où l'on doit conclure que la mer qui les détacha de leur gisement primitif ne transporta pas à de grandes distances les blocs trop lourds, et que par conséquent la position actuelle des couches au milieu desquelles ils sont englobés représente à peu près exactement les limites anciennes du rivage, d'où les eaux arrachèrent, pour les charrier au loin, les débris qui forment le manteau de grès de la grande plaine de Toulon au Luc. On peut,

en effet, reconnaître dans les parties même les plus ténues, le feldspath rose et de petits fragments de porphyre rouge, fragments qui se montrent plus abondants et plus volumineux à mesure qu'on se rapproche de l'Estérel, et finissent par constituer de chaque côté des escarpements porphyriques ces masses épaisses de conglomérats au milieu desquelles on remarque des blocs de plusieurs mètres de puissance.

Le rivage de Boulouris n'est pas le seul point où j'aie rencontré des débris de mélaphyres engagés dans les grès bigarrés. La montagne du Rouit, depuis la Bouverie jusqu'à Esclans, offre le même accident, et l'on reconnaît dans les fragments empâtés les mêmes roches qui gisent dans le voisinage.

En étudiant avec attention la composition des grès qui se montrent entre le pont de l'Argentière et la cabane des cantonniers, on aperçoit pareillement quelques fragments roulés de mélaphyres qui se trouvent en place à quelque distance de ces points.

Ces faits indiquent donc d'une manière incontestable l'antériorité, ou du moins la contemporanéité de certains dépôts de mélaphyres par rapport à l'étage des grès bigarrés.

La même conclusion s'applique à la variété de mélaphyre que nous avons nommée *variolitique*, car nous en avons découvert des fragments engagés dans les grès de la pointe E. du port de Saint-Raphaël : le gisement d'où ils proviennent ne saurait être douteux. Le voisinage de la montagne du Deffens et l'identité de composition entre les roches en place et celles qui sont roulées l'indiquent d'une manière suffisante. Cette observation a de l'importance, puisqu'elle fournit un nouvel argument en faveur de la nécessité de réunir sous une dénomination commune des produits qui peuvent bien différer entre eux par quelques caractères extérieurs, mais dont les rapports et l'origine identiques sont décélés, et par les mêmes phénomènes géologiques, et par la simultanéité de leurs éruptions.

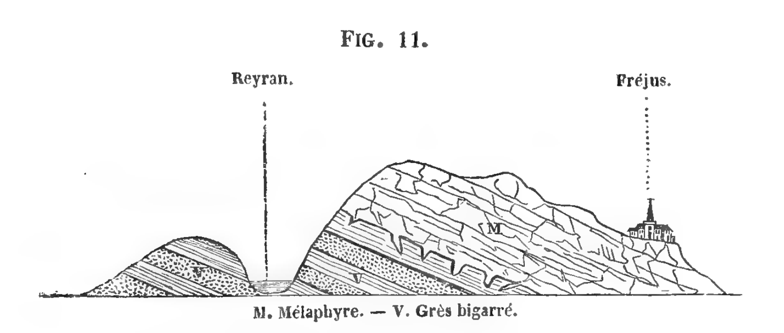
Mais leur âge est-il limité à une époque unique, ou bien n'embrasse-t-il pas une longue période marquée par plusieurs émissions successives, ainsi qu'on l'a observé pour d'autres formations plutoniques?

Il n'y a qu'à examiner les circonstances du gisement des spilites dans les Alpes du Dauphiné, au milieu des terrains secondaires, pour se convaincre que la présence de ces roches ne peut être attribuée à une seule apparition. Leur étude dans le département du Var démontre de même que leur sortie ne saurait être rapportée à une seule époque géologique. En effet, si nous avons prouvé que plusieurs de leurs gisements étaient antérieurs au grès bigarré, les détails suivants démontrent qu'il en existe qui sont immédiatement superposés à cette formation, ou qui s'y sont introduits sous forme de filons transversaux et de filons couchés.

La région la plus favorable pour des observations de cette nature est le plateau sur lequel est bâtie la ville de Fréjus, et qui se compose d'une roche amygda-

laire terreuse, dont la ressemblance extérieure avec un produit volcanique moderne est si frappante, que beaucoup de naturalistes, ainsi que nous l'avons déjà dit, en ont fait un volcan éteint. Ce porphyre forme dans les environs de la vieille cité romaine une large coulée-nappe qui s'étend assez au loin vers le N.-E., traverse la route d'Italie vers la ligne des arches de l'aqueduc antique, et se montre dans tous les lieux circonvoisins, au-dessous de la terre végétale. A mesure qu'on se rapproche du Reyran, en tirant vers l'ouest, on domine un escarpement assez profond, qui montre à nu, et les tranches du grès bigarré qui forme la plaine du Puget, et les masses mélaphyriques qui lui sont superposées. En suivant les contours des ravins qui entament le sol, et principalement dans le voisinage du chemin qui conduit de Fréjus à la chapelle Sainte-Brigitte et à la colline de Grane, on observe sur une assez grande étendue le recouvrement immédiat du grès par la roche plutonique. Elle s'y présente disposée en grandes tables qui s'étagent en retrait les unes au-dessus des autres, en affectant une stratification pseudo-régulière, et qui finissent par disparaître un peu plus haut sous la terre végétale. C'est une vraie disposition en dalles particulière aux trapps, et si fréquente dans le nord de l'Écosse. Les couches sur lesquelles elle repose consistent en une alternance, plusieurs fois répétée, d'argiles de couleur lie de vin et de grès rougeâtres à fragments de feldspath rose,

Fig. 11.



M. Mélaphyre. — V. Grès bigarré.

inclinés à l'horizon de 10 à 12 degrés. Le grès qui supporte directement le mélaphyre est très homogène, et présente dans sa cassure une agglomération de grains feldspathiques rouges, quartzeux et micacés, qui annoncent que les gneiss et les porphyres de l'Estérel ont fourni les éléments dont il est composé; mais son intérieur trahit les traces évidentes de l'altération qu'il a subie : de rouge qu'il était primitivement, comme on peut le voir dans les autres couches éloignées de la roche plutonique, il est devenu d'un rose pâle parsemé de quelques taches brunes; de plus, l'action de la chaleur paraît avoir déterminé les nombreuses fissures qui le traversent dans tous les sens, et le divisent en prismes polyédriques de forme généralement rhomboïdale. Les portions mêmes que l'on dirait compactes se séparent au moindre choc en nombreux fragments irréguliers qui résonnent sous le marteau à la manière des briques cuites.

Cette localité offre plusieurs autres particularités dignes de remarque : c'est d'abord l'espèce de soudure intime que l'on observe au contact des deux roches et l'existence de petits filons ferrugineux qui courent dans le grès ; c'est ensuite le remplissage par la substance porphyrique des fissures produites par le retrait, circonstance qui démontre que le fendillement du grès eut lieu en partie avant la consolidation du mélaphyre. Un autre accident non moins curieux, et qui prouve que la roche amygdaloïde recouvrit les grès bigarrés au moment même où la sédimentation s'opérait au fond des mers, consiste dans le recouvrement uniforme de la même couche et dans la concordance qui existe entre la stratification de ceux-ci et les divisions tabulaires du porphyre. Une pareille disposition explique très bien les motifs qui, avant les découvertes de l'école moderne, portèrent les anciens géologues à considérer les trapps comme de véritables roches neptuniennes alternant régulièrement avec d'autres couches neptuniennes. Évidemment, à Fréjus, si la formation entière des grès bigarrés eût précédé l'apparition du porphyre noir, sa surface eût souffert des dénudations sur lesquelles celui-ci se fût exactement modelé, et plusieurs couches auraient été recouvertes à la fois. Mais les choses ne se sont pas passées ainsi ; et il est facile de se convaincre par la régularité des plans de séparation que les mélaphyres vinrent au jour à l'état de coulée immédiatement après le dépôt de la couche de grès sur laquelle on la voit reposer aujourd'hui, et prirent, en se refroidissant, la structure tabulaire. L'horizontalité des grès, au moment où s'accomplit ce phénomène, est de plus attestée par la direction des fissures qui sont toutes perpendiculaires au plan des couches, et qui ont été dérangées par le soulèvement qui redressa les deux formations d'un angle égal à celui que les grès dessinent à l'horizon.

La coupe, représentée par la figure 2 sur la carte géologique, comprise entre le Reyran et la Méditerranée par Notre-Dame de Saint-Raphaël, donne une idée exacte de la relation réciproque des divers terrains qui se succèdent depuis l'Estérel jusqu'à la côte, et contient toute l'histoire des mélaphyres et des grès bigarrés.

Le grès bigarré V, qui forme la partie la plus développée de tout le système, repose directement sur le porphyre rouge quartzifère P, dont les fragments mélangés avec ceux de gneiss et de micaschiste constituent un conglomérat puissant X qui en encroûte la base, mais qui est absolument dépourvu des débris du mélaphyre ; viennent ensuite les amygdaloïdes M superposés aux grès bigarrés : ceux-ci se prolongent vers Saint-Raphaël en constituant la montagne de Notre-Dame, ainsi que la chaîne qui longe le littoral jusqu'à la rade d'Agay ; mais sur ces divers points, outre les mêmes éléments que leurs analogues de l'Estérel, ils contiennent des fragments roulés du porphyre amygdalaire que nous avons étudié dans le voisinage de Fréjus. D'où la conséquence que cette roche ignée n'est point un filon-couche introduit violemment au milieu des grès après leur formation, mais bien une roche contemporaine qui, au moment même de leur

sédimentation, en recouvrit les couches déjà déposées, et qui, remaniée après sa consolidation, fournit elle-même à son tour des matériaux pour les nouvelles couches qui s'appuyèrent sur ses flancs. Il serait difficile, comme on le voit, de rencontrer un point où l'âge relatif des mélaphyres, par rapport aux porphyres rouges et aux grès bigarrés, fût déterminé plus exactement que dans la localité que nous venons de signaler.

La coupe (fig. 3 de la carte géologique) prise à la vieille batterie du port de Saint-Raphaël montre, quoique sur une petite échelle, une disposition intéressante qui rappelle les filons-couches signalés dans les terrains trappéens de l'Écosse.

La lettre M, à gauche, indique le gisement du porphyre variolitique du Deffens; V, le grès bigarré formé, comme celui de Fréjus, de porphyre rouge et de gneiss; M, un filon-couche de spilite parsemé de quelques cristaux de feldspath, intercalé entre le grès précédent et un grès X qui s'enfonce sous la mer et qui contient des fragments roulés du mélaphyre de Fréjus et du mélaphyre variolitique du Deffens. La présence de ce dernier au milieu d'un étage du trias a de l'importance, puisque son ancienneté relative se trouve ainsi fixée et qu'elle concorde avec l'âge des autres mélaphyres du Var. Le filon-couche de la vieille batterie porte les traces de son origine dans les fragments anguleux de grès et du mélaphyre même qui compose sa masse, et que l'on voit engagés dans la partie supérieure du dyke. Ces fragments proviennent des frictions exercées sur les parois et qui ont été poussés en avant par la force éruptive du mélaphyre.

Mais nulle part cette force ne s'est manifestée avec plus d'énergie que sur la côte comprise entre le poste des douaniers de Boulouris et la tour de Darmont. Cette localité peut, à juste titre, être considérée comme la contrée classique pour l'étude des roches ignées : les porphyres rouges, les mélaphyres, les porphyres bleus, s'y trouvent développés avec tous les accidents qui leur sont particuliers et qui sont de nature à en faire saisir les rapports réciproques. Et d'abord le porphyre quartzifère qui constitue le promontoire dominé par l'antique vigie de Darmont a limité, du côté méridional, la série d'escarpements auxquels la chaîne de l'Estérel a emprunté sa physionomie. Les mélaphyres, ainsi que nous avons eu l'occasion de le mentionner, expirent à la base des porphyres rouges et semblent avoir choisi de préférence les points qui en sont les plus rapprochés. En effet, depuis Saint-Raphaël jusqu'à Agay, la côte est criblée de dépôts nombreux et de filons de cette roche qui, abstraction faite du porphyre bleu dont nous parlerons plus tard, constitue pour ainsi dire à elle seule la presque totalité du sol, jusqu'à la base des porphyres quartzifères. On la poursuit presque sans discontinuité, depuis Boulouris jusqu'au quartier de Vaissière et des Gondins; on la retrouve encore dans les points intermédiaires, comme à Ferrières, au Prat-Blocaus et ailleurs. Ces gisements se lient à leur tour à ceux des Darboussières, de Fréjus, de Grane, de Curebiasse, de Bouverie, de Rouit

et d'Esclans, et forment ainsi autour des porphyres rouges un cordon très serré de satellites.

Dans le voisinage du poste de Boulouris, le rivage est occupé par des grès bigarrés et des conglomérats mélaphyriques qui sont traversés dans tous les sens par les porphyres bleus et par les mélaphyres, comme on peut le voir dans la coupe (fig. 6 de la carte géologique) prise entre Boulouris et la tour de Darmont. La stratification des grès est très distincte ; mais il n'en est pas de même de celle des conglomérats Z, dont la composition variée et l'état de confusion dans lequel se présentent les nombreux fragments dont ils sont remplis indiquent la cause violente qui a présidé à leur formation. En effet, au lieu de se montrer en couches bien réglées, ils existent en grandes masses irrégulières dans lesquelles tout ordre disparaît et qui s'interposent entre les grès et les mélaphyres sous forme de vastes salbandes sillonnées par des dykes plutoniques, dans toutes les directions. Les débris qu'on y observe en plus grande abondance, et dont plusieurs atteignent un volume de plus de 1 mètre, appartiennent en général à une variété de mélaphyre violet à grands cristaux de feldspath rose et à amygdales calcaires ; ces débris sont emballés dans une pâte de même nature qui enveloppe à son tour des fragments plus petits, anguleux ou arrondis, dont il est impossible de distinguer les contours dans les cassures fraîches. Mais le rivage se prête admirablement à l'observation et laisse apercevoir les éléments constitutifs de ces conglomérats, dont les formes ressortent en saillie dans les couches que la mer atteint et corrode. On y reconnaît, outre des mélaphyres violets porphyroïdes et amygdalaires, des blocs de grès bigarrés dont les angles sont quelquefois très vifs, et le tout est agglutiné par une pâte mélaphyrique brunâtre d'un aspect assez homogène provenant de la trituration des mélaphyres, et renfermant en grande quantité des cristaux de feldspath rose de même nature que ceux qui lardent les spilites que l'on trouve en place derrière le poste des douaniers.

Quelle est l'origine de ces conglomérats ?

Évidemment leur gisement circonscrit et subordonné à la présence des mélaphyres ne permet pas de les considérer comme une dépendance naturelle du grès bigarré. D'un autre côté, si l'on fait attention aux circonstances de leur gisement, et surtout à la grande variété des mélaphyres qu'ils contiennent et que l'on tenterait en vain de retrouver dans le voisinage, on est admis à conclure que les nombreux filons que l'on observe au milieu d'eux sont le résultat d'éruptions violentes qui ont entraîné et apporté à la surface une masse de débris arrachés, soit aux grès traversés, soit aux parois déjà consolidées des mélaphyres eux-mêmes. L'absence complète de ces produits ignés dans les grès bigarrés qui se redressent circulairement autour des conglomérats dénote bien clairement que ces derniers sont arrivés au jour, poussés par les dykes auxquels ils se lient par tant de degrés. Cette induction est justifiée pleinement par leur

forme arrondie et par l'état trituré de la pâte qui les enveloppe, et dans laquelle on reconnaît les effets de la friction violente à laquelle ils ont été soumis.

Si les choses ne s'étaient point passées de la sorte, on concevrait difficilement comment tous les blocs de mélaphyres se trouvent ainsi accumulés sur un seul point, et surtout comment les grès bigarrés qui s'appuient immédiatement sur eux en sont totalement dépourvus. Il serait difficile aussi de comprendre comment les conglomérats renferment une variété de roches mélaphyriques plus considérable que celles qu'on peut recueillir dans les dykes qui les avoisinent. Mais si nous reconnaissons dans ces masses agglomérées des matières amenées d'une grande profondeur et représentant la série des produits qui ont été recouverts, ou qui ne sont arrivés au jour qu'à l'aide du poussage que nous indiquons, évidemment elles offriront des suites plus complètes que les terrains observés en place. Une autre circonstance, et qui est fournie par la nature de la pâte toute mélaphyrique qui enchaîne les fragments des conglomérats, appuie encore cette opinion; car, bien qu'on puisse distinguer sur beaucoup de points la disposition relative des fragments hétérogènes dont la roche est composée, sur d'autres points la fusion entre ces fragments et le ciment qui les unit est si intime, qu'on dirait que la masse entière est un mélaphyre bréchiforme. On aperçoit même de grands cristaux de feldspath maclés, qui paraissent avoir cristallisé après coup dans ces substances remaniées. En dernière analyse, ce seraient des mélaphyres régénérés à la manière des granites analogues que nous avons signalés dans les conglomérats porphyriques de Roquebrune.

C'était avec raison, comme on peut en juger par les détails précédents, que nous avancions que la côte de Boulouris était une des localités les plus instructives pour l'étude des éruptions porphyriques. A mesure que l'on s'avance vers le poste des douaniers d'Agay, après avoir dépassé les lignes du porphyre bleu dont nous parlerons dans le chapitre suivant, on marche sur un mélaphyre ferrugineux rempli de cristaux effilés de feldspath rose, et criblé d'une quantité innombrable de boursouflures qui le font ressembler à un produit volcanique récent. Il serait impossible de se méprendre sur les vrais caractères de cette roche, dans laquelle tout dévoile le produit le mieux défini d'une coulée, et dont les cavités qui la boursouflent attestent le passage et l'action des gaz qui les ont produites (1). Son

(1) La présence des amygdales calcaires et des autres minéraux cristallisés au sein des spilites a été l'objet de plusieurs remarques, et presque tous les savants qui ont voulu en rechercher l'origine, s'accordent pour les considérer comme ayant été introduits par l'effet d'une infiltration postérieure. Si l'on en excepte le quartz et la calcédoine, les spilites de l'Estérel ne renferment que du carbonate de chaux laminaire. L'hypothèse qui attribue à l'infiltration le remplissage des cavités me paraît mal se concilier avec les faits que j'ai été à même de recueillir dans le Var. Au cap Garonne, où le mélaphyre amygdalaire forme la montagne élevée de la Colle-Noire, on voit sa masse entière, depuis le sommet jusqu'à la base, qui se perd dans la mer, uniformément remplie de globules calcaires; il en est de même de celui de Boulouris. Cependant, à deux pas de cette dernière localité, le mélaphyre

état de liquéfaction primitive est en outre attesté par la structure rubanée et presque foliacée qu'elle présente vers ses points de contact avec les grès, et par l'endurcissement que ceux-ci ont éprouvé ; mais vers la limite de ces deux formations, les vacuoles ont disparu, soit par l'effet de la pression, soit par celui du frottement. Toutefois, en voyant si clairement exprimés les divers phénomènes auxquels cette éruption a donné naissance, on croit assister encore à l'accomplissement d'un fait récent, bien que l'époque de laquelle date l'apparition des mélaphyres remonte à une époque très reculée.

Les grès exposés à l'influence directe des roches pyroxéniques ont subi, sur de très grandes étendues, des transformations remarquables. Les argiles rouges, avec lesquelles ils alternent, ont éprouvé un durcissement particulier, ou bien elles ont été converties en une espèce de jaspe brun très cassant, dont l'odeur argileuse décèle l'origine. Les grès, à leur tour, sont devenus polyédriques et sonores ; quelques portions même, exposées plus directement à l'action métamorphique, ont pris une texture semi-cristalline, et ont été changées en un quartzite rubané, ainsi que j'ai eu occasion de l'observer dans le sentier qui conduit du Castellas d'Agay à Fréjus.

Nous mentionnerons aussi l'existence d'un calcaire saccharoïde rempli de grenats, et constituant un vrai calciphyre pyropien, dans le voisinage du dépôt du mélaphyre que l'on rencontre entre le Prat d'Auban et la campagne de M. Guirard, dans la berge gauche de la vallée du Reyran. Ce calcaire, dans son état normal, forme une ou deux couches subordonnées dans l'étage des grès bigarrés, et se montre en plusieurs points de l'Estérel, notamment à Vaissière, où il est

ferrugineux d'Agay, bien qu'il soit criblé de boursouflures, ne présente aucune amygdale de carbonate de chaux, et il serait difficile d'admettre qu'il ait pu échapper aux influences qui auraient imprégné de cette substance les gisements voisins. Au Plan de la Tour, où de petits filons de mélaphyres, de quelques centimètres de puissance seulement, traversent le granite, on n'observe du calcaire en globules que dans la roche pyroxénique. (*Voyez* la fig. 5 de la carte géologique.)

Si l'on reconnaît, dans la formation des cavités des spilites (et la disposition de celles du gisement d'Agay ne peut laisser subsister aucun doute à cet égard), l'intervention d'un gaz et l'accomplissement d'un phénomène analogue à celui qui préside au refroidissement des laves du Vésuve, ne pourrait-on pas trouver l'explication naturelle de la présence des globules calcaires, et dans la nature du gaz produit, et dans la composition de la roche traversée, en admettant que le premier a été du gaz acide carbonique qui, comme on le sait, se dégage en si grande abondance dans les éruptions volcaniques, et que la chaux qui s'est combinée avec lui pour former les globules calcaires provient de la pâte pyroxénique du mélaphyre lui-même. L'analyse a démontré que la proportion de chaux qui entre dans la composition du pyroxène est très variable et qu'elle s'élève quelquefois jusqu'à 25 pour 100. Ce serait donc cette chaux dont se serait emparé l'acide carbonique, lorsqu'elle se trouvait en excès au moment de la consolidation de la roche ; tandis que, lorsque les éléments primitifs se rencontraient en proportions définies pour constituer un vrai pyroxène sans excès d'aucun principe, le gaz acide carbonique, ne pouvant se combiner avec aucune base libre, traversait le mélaphyre en y pratiquant ces boursouflures vides que le gisement d'Agay nous a montrées.

très recherché comme pierre à chaux, cette partie du Var ne fournissant que des roches siliceuses et feldspathiques. Sa couleur naturelle est gris de fumée, et sa texture est compacte. Il est quelquefois traversé par des rognons et des plaques d'une calcédoine rougeâtre qui reproduisent jusqu'à un certain point les lits de silex que l'on observe dans les couches calcaires des terrains secondaires et tertiaires. Ce calciphyre rappelle les circonstances identiques qui caractérisent les calcaires cristallins et grenatifères du col d'Aulus, dans les Pyrénées, lesquels, au contact des lherzolites, ont été remplis de minéraux étrangers.

Pour compléter l'histoire des mélaphyres dans leurs rapports avec les grès bigarrés, il nous reste à parler du gisement de Curebiasse. C'est le nom d'un quartier qui s'étend entre le chemin de Fréjus à Bagnols et celui du Puget à la Bouverie. Il est traversé par le torrent de la Vernède, désigné par erreur par Cassini sous la dénomination de Gabron. En partant du Puget, et en se dirigeant vers le N.-E. dans la direction de la chaîne de l'Estérel, on marche sur les grès bigarrés qui occupent la plaine de Fréjus. On les suit sans interruption jusqu'en face de la campagne de Curebiasse, où la Vernède s'est creusée un lit profond à la jonction du grès et du mélaphyre amygdalaire dont nous avons déjà donné la description. La roche pyroxénique, annoncée par une arène noirâtre qui forme le sol environnant, recouvre les monticules voisins, et se montre à découvert vers le bas du vallon, dans un escarpement de quelque 10 mètres. Après avoir franchi le torrent à l'O. de Curebiasse, et en parcourant les contours du dépôt mélaphyrique, on observe un filon-couche, de 2 ou 3 mètres de puissance, qui s'enfonce sur une assez grande étendue entre deux bancs de grès. Il s'amincit graduellement à mesure qu'il s'éloigne du massif principal, dont il diffère par plus d'homogénéité et par sa décomposition en boules. Les couches supérieures du grès ont été légèrement redressées par l'introduction de ce dyke cunéiforme, sans présenter d'ailleurs aucune trace d'altération ni aucun fragment de mélaphyre.

C'est aussi à l'état de filons, qui acquièrent quelquefois une énorme puissance, que les mélaphyres gisent sur la côte de la presqu'île de Giens. Le rivage de la mer permet d'en saisir facilement tous les accidents de structure et leur enchevêtrement dans les grès bigarrés. Vers le cap Garonne, ils prennent un développement considérable, se taillent à pic, et revêtent la structure prismatique et tabulaire particulière aux roches basaltiques.

Le mode éruptif des mélaphyres, quoique suffisamment exprimé par les faits précédents, est traduit d'une manière plus décisive encore dans les environs de Saint-Tropez. Il existe au S. de cette ville un mamelon sur lequel est bâtie la chapelle Sainte-Anne. Entre cette chapelle et l'église de Saint-Pierre, que l'on a construite à quelques centaines de mètres plus haut, la route est traversée par un filon-couche de 11 mètres de puissance, d'une substance noirâtre, compacte, très homogène, qu'on est tenté de prendre pour un basalte; la même roche repa-

raît sur le monticule qui supporte Saint-Joseph, et s'y dessine en une protubérance conique très saillante. En examinant avec attention sa composition, bien que la pâte n'offre aucune trace de cristallinité, et qu'elle soit plutôt pierreuse, on retrouve des cristaux miroitants de labrador, ainsi que quelques noyaux calcaires qui indiquent l'analogie de ces mélaphyres avec ceux de l'Estérel. Ils se décomposent en boules qui finissent par se détacher de la masse désagrégée, et encombrent la base du monticule de manière à représenter une traînée de cailloux roulés. Le gneiss, vers les points de contact, est constamment altéré, et le feldspath passe au kaolin. Mais ces accidents ne sont pas les seuls qui dévoilent l'action à laquelle ont été soumises les couches traversées; on observe fréquemment, engagés dans la masse du mélaphyre, des fragments anguleux de gneiss, dans lesquels la décomposition est plus avancée, et dont les bords paraissent avoir éprouvé une demi-fusion qui les a convertis en une espèce de verre opalin.

Mais nulle part l'empâtement du gneiss par le mélaphyre n'est plus évident que dans le voisinage d'Esclans, où l'on observe plusieurs dépôts de spilite dont quelques uns traversent directement le porphyre rouge. A quelques kilomètres de ce château, dans le revers nord de la chaîne du Rouit, se trouvent les schistes cristallins qui séparent le torrent de Pennafort de la rivière d'Endelos; après avoir remonté cette dernière vallée pendant à peu près une demi-heure, on rencontre un dépôt de mélaphyre verdâtre qui renferme des fragments de gneiss en si grande abondance, qu'on croirait examiner plutôt une brèche particulière qu'une roche ignée. Un semblable fait que nous ont déjà montré les porphyres rouges de la Napoule, et que nous verrons se reproduire dans les basaltes de la Molle, est représenté d'une manière tout aussi énergique dans les alentours du lac de Lherz, dans les Pyrénées, où les pyroxènes en roche empâtent des fragments anguleux du calcaire saccharoïde qu'ils ont traversé et brisé en arrivant au jour.

Enfin, comme dernière démonstration, nous citerons le mélaphyre vert de la Garde qui contient des morceaux de quartz arrachés, selon toute vraisemblance, aux grès bigarrés, et dont la chaleur a fait une substance hyaline au centre, mais un peu opaque sur les bords, que l'on voit se fondre insensiblement dans la roche pyroxénique.

Ce serait surcharger ce travail de détails superflus que de décrire spécialement chaque dépôt mélaphyrique; ce que nous avons exposé sur leur composition minéralogique, et les faits qui se rattachent à leur position et à leur origine, suffisent pour indiquer exactement leurs rapports avec les grès bigarrés, leur mode éruptif, et surtout pour préciser l'époque où ils ont commencé à paraître. En effet, nous avons démontré que, d'un côté, les mélaphyres porphyroïdes, amygdalaires, grenus et variolitiques, toute la série, en un mot, étaient postérieurs au porphyre rouge, puisqu'ils le recouvrent comme à Esclans, ainsi qu'à la portion des grès bigarrés qui ont été formés aux dépens de ces deux formations plutoniques; d'un autre côté, nous en avons signalé quelques gisements d'un

âge antérieur à certaines couches de ces mêmes grès, puisque leurs fragments s'y montrent à l'état roulé. La coupe que nous avons tracée de la côte de Boulouris (*voyez* la figure 6 de la carte géologique) démontre également d'une manière incontestable l'antériorité des porphyres pyroxéniques par rapport aux porphyres bleus qui coupent les dykes que les mélaphyres ont poussés au milieu des conglomérats mélaphyriques. Il ne nous reste plus qu'à rechercher en ce moment s'il en existe qui aient apparu après la période triasique.

Pour résoudre cette question, les faits de démonstration évidents sur lesquels nous nous sommes appuyé jusqu'ici nous échappent, et c'est dans le domaine des inductions que nous sommes obligé de puiser nos éléments de discussion ; car, nous l'avons déjà dit, si pour établir l'âge des roches plutoniques on ne considérait que leur position seule au milieu des terrains sédimentaires, il ne serait pas toujours facile de le connaître d'une manière bien précise, soit parce que les masses poussées du sein de la terre n'auront pas constamment traversé toutes les couches dont elles avaient à vaincre l'obstacle, soit parce que plusieurs termes de la série neptunienne manqueront dans les contrées occupées par les dépôts éruptifs. Leur position, ou mieux l'époque de leur arrivée, souvent ne sera point indiquée par l'âge des couches sédimentaires qui les renfermeront. C'est ainsi qu'on serait amené à des conclusions inexactes, si l'on n'étudiait les mélaphyres que dans la bande primitive du Var, et notamment dans les montagnes de Grimaud qui, n'étant pas recouvertes par le grès bigarré, montrent des dykes de mélaphyre injectés seulement dans le gneiss et dans le micaschiste. Si ce fait eût été général, leur âge eût échappé à toute appréciation exacte. Mais nous avons eu l'occasion de citer sur plusieurs points la présence des mélaphyres dans les grès bigarrés, circonstance qui dénote clairement que la période mélaphyrique dans le Var a été marquée par des épanchements successifs qui se sont manifestés pendant le dépôt des couches triasiques. Cette proposition ressort évidemment des faits que nous venons de parcourir et des circonstances qui accompagnent les gisements de Curebiasse et de la Colle-Noire. Mais celui de la Garde, par les caractères un peu differents de sa composition et par ses rapports avec les diverses formations secondaires qu'il supporte, pourrait bien être d'un âge plus récent que ses analogues de l'Estérel et se rapprocher un peu plus de l'âge des spilites du Dauphiné. Dans cette localité le mélaphyre forme une protubérance conique, recouverte à sa base par le grès bigarré, et plus vers le N. on trouve concordant avec celui-ci le muschelkalk, les marnes irisées et tous les étages de la formation jurassique. La liaison qui existe entre les divers termes de ces terrains secondaires et les dykes qui se ramifient dans le grès bigarré de la Colle-Noire peuvent faire supposer que le mélaphyre n'apparut qu'après la sédimentation de la formation triasique. Cette induction, que l'étude des Alpes justifie, puise un degré de certitude de plus dans l'existence des filons métallifères de la chaîne des Maures et de l'Estérel, ainsi que dans les nombreux gisements de gypse que l'on observe

dans les lignes de fracture, ouvertes, soit dans les marnes irisées, soit dans le terrain jurassique du Var, des Bouches-du-Rhône et des Basses-Alpes, et qui, avec leurs analogues de la Drôme et de l'Isère, composent une série de dépôts anomaux associés vers les points extrêmes de leur distribution géographique avec les roches pyroxéniques auxquelles tout indique qu'on doit attribuer leur origine. On ne saurait, en effet, la référer à une autre cause qu'aux mélaphyres; car, en Provence, il n'existe d'autres formations plutoniques plus modernes que celle du porphyre bleu et que les basaltes, dont l'influence a été restreinte à à quelques phénomènes locaux et d'une intensité limitée. C'est donc au moyen de ces dépôts gypseux, dont la transformation par des agents ignés n'est plus contestée aujourd'hui, que les spilites des Alpes se lieraient naturellement aux mélaphyres de l'Estérel et se trouveraient enchaînés les uns aux autres par une dépendance d'éruptions successives dont la Provence offrirait la manifestation la plus ancienne.

Il n'entre pas dans notre cadre d'entreprendre la description des dépôts gypseux dont l'histoire et la position sont connues de tous; mais nous devons signaler une autre particularité qui les accompagne dans le midi de la France, et qui ajoute un trait de ressemblance de plus avec ceux des Pyrénées, dont l'existence, comme l'a démontré M. Dufrénoy, est subordonnée à la présence des roches amphiboleuses et pyroxéniques connues sous les dénominations d'*ophite* et de *lherzolite :* nous voulons parler des nombreuses sources salées que l'on connaît dans les départements des Basses-Alpes et du Var, et qui surgissent dans le voisinage des gypses et quelquefois au milieu d'eux. Dans la vallée de Gistain en Espagne, à Salies, les dépôts de sel gemme et les sources salées se montrent associés également aux gypses et aux ophites, et complètent l'assimilation que nous avons reconnue entre certains mélaphyres du Var, les spilites du Dauphiné et les amphibolites des Pyrénées, du moins pour la production de phénomènes identiques.

Nous trouvons pareillement dans les filons métallifères de la chaîne des Maures et de l'Estérel un nouvel argument en faveur de ce rapprochement. Dans le premier chapitre nous avons eu l'occasion de mentionner les nombreux filons de quartz, de fluorine et de barytine que l'on observe au milieu des schistes cristallins, et leur connexité avec les mélaphyres qui les avoisinent. Ces substances métallifères sont postérieures aux roches qui les encaissent, car dans les montagnes du cap Garonne, elles reposent au sein des grès bigarrés : entre la Grande Bastide et la pointe de terre qui vers l'O. sépare la rade de Giens de celle du fort Sainte-Marguerite, à l'endroit appelé le *Trésor*, on se trouve en face d'un grand escarpement de mélaphyre tabulaire qui surplombe sous forme d'énormes dykes les grès bigarrés. A la limite des deux terrains, on observe un filon de quartz grenu mélangé d'argile imprégnée de pyrites de fer et de cuivre. Sa direction est E.-N.-E.— O.-S.-O. magnétique, et sa puissance d'un mètre environ. Sa présence est décelée sur toutes les parties découvertes par des efflorescences

jaunâtres qui sont un double sulfate de fer et d'alumine provenant de la décomposition des pyrites.

A quelque distance de ce premier gisement, on remarque donc un conglomérat quartzeux blanc et cristallin, toujours dans les grès bigarrés, des mouches de cuivre carbonaté vert et bleu qui sont une épigénie de cuivre gris. Il paraît que l'on avait autrefois essayé des tentatives d'exploitation sur cet affleurement. On voit encore les vestiges de quelques travaux à l'endroit dit *la Citerne*, où le quartz cuprifère est assez abondant, mais peu riche en minerai. Enfin, après avoir dépassé le cap Garonne à 500 mètres environ de la maison de campagne qui se trouve à la limite de la plage et des rochers de la côte, on a jadis ouvert une galerie assez profonde dans un filon de cuivre pyriteux, dont la gangue est une argile rouge tenace, entremêlée d'une argile blanchâtre, onctueuse, assez semblable à celle qui accompagne les cuivres bleus de Chessy. Le minerai m'a paru y être peu abondant ; tout au plus si l'on peut aujourd'hui détacher quelques échantillons pénétrés de sulfate de cuivre et de sulfate de chaux. L'épaisseur du filon n'excède pas 75 centimètres. On a découvert aussi dans le voisinage du même cap d'autres indices de minerai de cuivre que je n'ai pas eu occasion de visiter.

Ces derniers exemples sont concluants, et démontrent pour le remplissage des fentes qui se produisirent dans le grès bigarré l'intervention des mélaphyres qui les avoisinent. Bien qu'il existe dans le département du Var d'autres produits ignés, tels que le granite, les serpentines et les porphyres rouges, nous avons vu qu'on ne saurait leur attribuer l'origine des substances filoniennes, à cause de leur antériorité par rapport aux grès bigarrés. Il ne reste donc plus que les mélaphyres qui puissent en expliquer la formation d'une manière satisfaisante. Quand, d'un autre côté, on examine la connexité qui existe entre les filons de l'Oisans et les spilites, on est naturellement amené à les rattacher à l'apparition de ces porphyres. D'après notre manière de voir, les filons de galène, de pyrites, d'antimoine et de cuivre sulfuré du Var au milieu des micaschistes ou du grès bigarré, ceux d'Auribeau, de Saint-Geniez (1) et de la Drôme dans le lias, que l'on peut considérer comme les points intermédiaires qui lient les régions filoniennes du midi de la France et celles du Dauphiné, enfin les filons de l'Oisans et de la Gardette dans les schistes cristallins, et les terrains jurassiques, seraient le résultat des remplissages successifs dont les variations

(1) Les filons d'Auribeau et de Saint-Geniez contiennent de la galène à larges facettes peu riche en argent. Ils ont pour gangue la barytine lamellaire et un calcaire laminaire blanc ; on y observe aussi quelques druses de quartz, principalement dans le calcaire liasique qui l'avoisine. La pesanteur de la baryte sulfatée a donné lieu dernièrement à une méprise assez plaisante. L'autorité supérieure du département, considérant cette substance comme de l'acide arsénieux, et par conséquent comme très dangereuse, crut devoir mettre la mine en interdit et provoquer d'office un rapport de l'ingénieur ordinaire pour l'adoption des mesures propres à éviter tout événement fâcheux.

dans les éléments constitutifs trouveraient leur explication dans les changements de circonstances qui durent survenir dans la longue période, toute la période secondaire, pendant laquelle les mélaphyres arrivèrent au jour.

La sortie des mélaphyres dans le Var ne s'étant effectuée que dans des terrains composés de roches feldspathiques et arénacées, il était impossible d'observer à leur contact ou dans leur voisinage ces exemples énergiques de dolomisation qui ont rendu le Tyrol si célèbre dans la théorie de M. de Buch : cependant les nombreux gisements de dolomie qui se montrent au milieu des formations secondaires de la Provence, bien qu'ils paraissent être sans relations apparentes avec les régions porphyriques, s'y lient par plusieurs circonstances de position. Leur apparition successive à diverses époques concorde trop bien avec l'intermittence et la succession des éruptions mélaphyriques, pour qu'on ne reconnaisse pas dans cet accord une connexité et des rapports réciproques. Dans notre mémoire sur le métamorphisme des roches calcaires (1), en parcourant les divers faits relatifs à la dolomisation, nous avions établi, nous le premier, une distinction importante entre les dolomies qui étaient le résultat direct de l'épigénie et celles qui étaient dues à une précipitation chimique, bien que l'origine de ces dernières se rattachât à une cause plutonique qui avait introduit de la magnésie dans les eaux qui normalement ne déposaient que du carbonate de chaux ; et à l'appui de cette distinction nous citions les horizons dolomitiques qui, en Provence, servaient à séparer les divers termes d'une même formation ou deux formations différentes : c'est ainsi que, dans les départements qui composent cette ancienne province, nous voyons la partie supérieure du terrain jurassique généralement séparée du terrain néocomien par une masse fort épaisse, mais très régulière, de dolomie grise ou blanchâtre, contrastant par sa cristallinité avec les calcaires compactes et pierreux au milieu desquels elle est encaissée : la chaîne de l'Étoile qui sépare la vallée de l'Arc de celle de l'Huveaune, celle de Destourbes dans les environs de Castellanne, enfin toutes les vallées jurassiques du midi de la France, offrent des accidents de cette nature ; mais la localité classique pour l'observation de ce fait important est Mazaugues, dans le département du Var. Les montagnes de la Loube qui dominent ce village dans la direction du N.-E. au S.-O. présentent adossées l'une à l'autre, et discordantes entre elles, les formations jurassique et crétacée. La première est couronnée par des couches puissantes de dolomie que les agents atmosphériques ont découpées en obélisques ; or ce système supérieur se sépare nettement des calcaires néocomiens et des grès verts qui s'appuient sur les flancs des étages jurassiques. Il n'est pas rare de rencontrer des fossiles dans cette dolomie sédimentaire, dont la stratification se lie sans interruption à la direction générale des couches. Les marnes irisées du Var, si riches en gypses, ne le sont pas moins

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, tome XII, page 343.

en dolomie : la coupe de Draguignan à Montferrat, qui reproduit plusieurs fois la succession des étages du trias et du terrain jurassique, montre sur une vaste échelle la disposition relative des gypses, des dolomies et des calcaires. Le calcaire jurassique inférieur, le terrain néocomien présentent pareillement des bancs de dolomie subordonnés : le muschelkalk est encroûté de cargneules. Ces nombreux exemples démontreraient qu'il aurait existé, à ces diverses époques géologiques, des sources qui auraient amené dans les mers des eaux chargées de magnésie ou de carbonate de magnésie ; que cet oxyde ou ce sel se serait incorporé au carbonate de chaux tenu en dissolution dans ces mêmes mers, qui alors, au lieu d'un carbonate simple, auraient déposé un double carbonate de chaux et de magnésie.

Pour nous résumer en peu de mots, nous dirons que, malgré leur différence de texture, les mélaphyres constituent une seule formation géologique dont les premiers dépôts suivirent de très près l'apparition des porphyres rouges et la sédimentation des premières couches du grès bigarré, et qu'à leur sortie se rattache la présence de divers filons métalliques, des gypses, et des dolomies que l'on observe dans la Provence et dans une partie du Dauphiné, — conclusions justifiées par l'existence des fragments de mélaphyre au milieu du grès bigarré, qui, à son tour, étant pour ainsi dire contemporain des porphyres rouges, ne laisse aucun doute sur l'âge ancien des roches pyroxéniques dans le Var, et sur le peu d'intervalle qui s'est écoulé entre les émissions des uns et l'apparition des autres. Ce rapprochement géologique est aussi confirmé par les passages minéralogiques qui lient les mélaphyres au porphyre quartzifère que nous avons vu se charger de globules calcaires et passer ainsi à un véritable porphyre amygdalaire.

NOTA. Comme la théorie de M. de Buch sur les dolomies a rendu célèbres les mélaphyres du Tyrol, il ne sera peut-être pas sans intérêt de connaître l'opinion des géologues sur leur âge et leurs rapports avec les terrains sédimentaires environnants. On sait que M. de Buch les considère comme postérieurs non seulement aux formations granitique et porphyrique de Bavéno, mais encore au terrain jurassique, les passages minéralogiques n'étant à son avis que des faits accidentels. Cependant M. Hoffmann (*Résumé des travaux de la Société géologique de France* de 1833 à 1834, p. 39) vit à Lugano le porphyre quartzifère perdre insensiblement son quartz et passer à un autre porphyre sans quartz offrant une grande quantité de petites taches verdâtres. De ses études dans le Tessin, ce géologue conclut : que le porphyre quartzifère et le mélaphyre appartiennent à une même grande formation ; que les roches cristallines, et en particulier les mélaphyres, sont d'une époque plus ancienne que la formation du calcaire environnant.

M. Élie de Beaumont, sans contredire l'exactitude de ces observations, pense cependant qu'on doit reconnaître dans cette contrée trois faits principaux : 1° Une grande formation de gneiss et de micaschiste traversée par le granite, les porphyres rouge et noir; 2° des déjections postérieures de ce granite et du porphyre rouge ; 3° une éruption de mélaphyre plus récente encore.

D'après M. Élie de Beaumont, M. de Buch reconnaissait aussi maintenant plusieurs âges de mélaphyres. M. Studer (*Rapport sur les travaux de la Société géologique de France* en 1832 et 1833, p. 32) écrivait qu'il était convaincu que les porphyres quartzifères avaient traversé le grand épanchement pyroxénique.

M. Pasini aurait observé dans le Vicentin des fragments de mélaphyre dans un grès rouge qui paraissait appartenir au trias, puisqu'il reposait au-dessous du calcaire jurassique. (*Actes du congrès de Florence*, p. 144.)

Les mélaphyres des Vosges, que M. Élie de Beaumont assimile aux spilites d'Oberstein et de Kirn, paraissent être antérieurs au grès vosgien. (*Explication de la carte géologique de la France*, t. I, p. 369.)

M. Boué, en parlant du mont Spitz et du vol *Dei pace* à Recoaro, dans le Vicentin, aurait trouvé des fragments de porphyre pyroxénique dans un grès grossier recouvert par le muschelkalk.

Nous terminerons nos citations par le fait que présente la montagne de Donnersberg, du passage des porphyres noirs aux porphyres rougeâtres quartzifères des environs de Creutznach.

M. Fournet, qui a fait du Tyrol l'objet d'études profondes, considère les mélaphyres comme des basaltes, et les dolomies comme antérieures à ces mêmes roches basaltiques, que M. de Buch aurait prises pour des mélaphyres.

Comme on le voit, ces divers exemples trouvent tous plus ou moins leur application dans le département du Var, où les granites, les porphyres rouges quartzifères et les mélaphyres sont développés à la fois dans une contrée formée presque exclusivement par les schistes cristallins et les grès bigarrés.

Quant à la connexion que l'on remarque entre les mélaphyres et les substances filoniennes, on sait que c'est à leur influence que l'on rapporte les fluors de Bavéno, la baryte sulfatée et les filons exploités à Viconago.

C'est aussi dans les spilites que sont encaissés, dans les environs de Francogney, les filons de galène et de cobalt argentifères. (Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, p. 365.)

Nous avons signalé dans la partie septentrionale de l'empire du Maroc (*Bulletin*, 2e série, tome IV) les connexions que l'on remarquait entre les spilites et les filons métalliques qui existent dans leur voisinage.

Enfin, M. Burat, dans sa *Théorie des gîtes métallifères*, p. 302 et 303, cite du cuivre natif et de l'argent natif dans le trapp amygdaloïde de Kewena-Point : à Choco, le platine natif a été pareillement trouvé dans un trapp.

CHAPITRE V.

FORMATION DU PORPHYRE BLEU QUARTZIFÈRE.

Outre les divers porphyres dont nous nous sommes occupé dans les chapitres précédents, il en existe entre Saint-Raphaël et la rade d'Agay une variété remarquable, dont les caractères s'éloignent tellement de ceux des autres porphyres de la même contrée, que M. Élie de Beaumont se demande si l'on ne devra pas la distinguer complétement du porphyre rouge quartzifère et la rapprocher des trachytes. « Les parties du porphyre bleu qui sont presque dépourvues de » quartz, dit ce savant, pourraient être considérées comme un porphyre dioritique très riche en albite; mais ce porphyre présente en général, dans sa » maigreur au toucher, dans son aspect vitreux et fendillé, et même dans la » forme intérieure de ses cristaux d'albite, des traits de ressemblance frappants

» avec certains trachytes, et je le rangerais, sans hésiter, parmi ces roches, si » les noyaux quartzeux qu'il renferme en abondance ne rappelaient, d'une ma- » nière également frappante, les porphyres quartzifères des bords du lac de » Lugano (1). »

Cette distinction dont M. Élie de Beaumont pressentait la possibilité, nous sommes en mesure de l'établir aujourd'hui d'après des faits nouveaux d'observation que nous avons recueillis, et nous démontrerons que le porphyre bleu est postérieur non seulement au porphyre rouge, mais encore aux mélaphyres et à la formation triasique : nous ferons ressortir l'analogie qui existe entre cette roche et les porphyres de l'Enfola (île d'Elbe), et nous nous efforcerons d'en démontrer le synchronisme ; ce moyen de discussion nous permettra d'en fixer l'âge d'une manière positive, l'île d'Elbe nous offrant une série de terrains plus élevés dans l'échelle géologique que l'Estérel, et nous donnant par cela même la faculté de rattacher son émission à une période nettement indiquée par une formation sédimentaire correspondante.

Avant de parcourir la série des faits relatifs à ces sujets d'étude, nous consacrerons quelques lignes à la description minéralogique du porphyre bleu, en annonçant que notre texte pourra reproduire quelquefois celui de M. Élie de Beaumont, ce savant nous ayant fait l'honneur d'emprunter à des notices que nous avions précédemment publiées quelques unes de nos remarques, et notre travail ne pouvant que gagner à s'assimiler les observations qui sont propres à ce géologue.

Le porphyre bleu de l'Estérel est une roche composée d'une pâte feldspathique bleue, d'un ton un peu pâle, renfermant en grande abondance des cristaux d'albite blanche, des noyaux de quartz, et accidentellement des cristaux d'amphibole, des grains de fer oxydulé, et, suivant M. Élie de Beaumont, des nids et de petits filons d'épidote d'un vert-pistache.

L'albite, qui est constamment et régulièrement cristallisée, présente dans la cassure un éclat brillant et vitreux, ainsi que la structure laminaire. Près de Boulouris, entre le quartier de Garde-Vieille et le torrent d'Arène-Grosse, les cristaux, qui ont jusqu'à trois ou quatre centimètres de longueur, se trouvent détachés de leur gangue et sont épars sur le sol, ou bien ils sont logés dans un porphyre à gros éléments sans cohérence et décomposé, ce qui permet de les détacher avec la plus grande facilité ; mais il est rare qu'ils aient conservé dans ce cas leur éclat vitreux : ils ont obéi, quoique à un degré moins avancé, à la décomposition générale et ils passent insensiblement à une espèce de kaolin. Pour les avoir intacts, il faut les rechercher dans les blocs de porphyre sain, mais alors ils font corps avec la roche et dessinent de larges losanges nacrées qui se détachent vivement du fond et établissent un contraste de couleur d'un fort

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, tome I, page 477.

bel effet. Les clivages y sont très faciles, et présentent les faces parallèles à la face M et les inclinaisons de clivage en forme de toit et de gouttière qui caractérisent l'albite. On y reconnaît souvent les formes unitaire, bi-binaire et quintuplante d'Haüy ; elles sont hémitropes et plus ou moins modifiées.

Les Romains n'ont pas exploité (1) les régions où le porphyre contenait les cristaux d'albite trop volumineux ; ils ont préféré s'attacher aux variétés dans lesquelles les cristaux plus petits et plus unis concouraient à rendre les masses plus solides, et à les marbrer d'une manière plus uniforme. C'est principalement au quartier dit les Petits-Caux, à la naissance du torrent de Boulouris, que l'on retrouve les vestiges des anciennes carrières. Dans ce point, le porphyre est loin d'offrir le luxe géologique que possèdent les échantillons recueillis à Arène-Grosse.

Le quartz se présente ordinairement en noyaux de quelques millimètres de diamètre, ou en dodécaèdres bi-pyramidaux. Le quartier des Caux offre les cristaux les plus réguliers ; on peut en faire une récolte abondante en les cherchant au milieu des sables meubles accumulés par les eaux torrentielles vers le bas des pentes des collines ; ils ont même été charriés jusqu'à l'embouchure de la Garonne à l'ouest de Saint-Raphaël : mais les arêtes et les angles en sont généralement émoussés. A Agay et sur les hauteurs qui couronnent la rade, on les trouve plus abondants et plus volumineux ; mais cette augmentation a lieu aux dépens de la symétrie, car elle est troublée par le plus grand élargissement qu'ont pris certaines faces du solide par rapport aux autres. Quelquefois de petits cristaux régulièrement proportionnés, réunis au nombre de deux, trois, quatre ou six, en forment un de même figure très régulier : en général, le cristal composé est net à une de ses extrémités et l'autre présente tous les cristaux composants. Cette variété est rare, ainsi que celle où deux cristaux se pénètrent par les pyramides dont les arêtes se correspondent et les arêtes se confondent.

L'amphibole est d'un vert sombre et ne présente jamais des formes bien déterminées ; son abondance est ordinairement en raison inverse de celle des

(1) C'est dans les montagnes des Caux et dans le voisinage de la Bastide d'Aubert qu'ont été ouvertes les carrières exploitées par les Romains. On y voit encore des blocs détachés et même des coins de fer engagés dans des rainures longitudinales destinées à faciliter l'extraction des masses d'un grand volume. Un vase antique, des débris de poterie romaine et une médaille en bronze, frappée à l'effigie de Vespasien, que j'ai trouvés dans cette localité, attestent que la carrière, ouverte probablement du temps de Jules-César, qui ornait de nombreux monuments une ville à laquelle il avait donné son nom (*Forum Juliense*), a été l'objet d'une exploitation importante jusqu'à l'époque de la décadence de l'empire romain.

Cette belle roche, qui prend très bien le poli, a servi à la décoration des monuments antiques de Riez, d'Aix, d'Arles, d'Orange et de Rome même, où l'on a reconnu ce porphyre dans la belle colonne de 10 mètres 30 centimètres de saint Grégoire, dans l'église de Saint-Pierre, dans une colonne du palais Quirinal, sur la place Monte-Cavallo, dans une troisième colonne du Vatican et plusieurs autres regardées jusqu'à ce jour comme étant du porphyre égyptien.

noyaux ou cristaux de quartz ; en face de la tour de Darmont, cette substance devient tellement envahissante, que le porphyre passe à une vraie syénite ou à un diorite. Bien que par suite d'un retrait il se sépare en boules de tous les volumes qui parsèment la côte de blocs qu'on croirait erratiques, ce porphyre amphiboleux n'est point, comme celui d'Arène-Grosse, sujet à se décomposer et surtout à se convertir en sable grossier.

Le porphyre bleu court parallèlement au rivage, depuis le quartier de Garde-Vieille jusqu'au-dessus de la rade d'Agay, en formant les montagnes arrondies du vallon d'Aigues-Bonnes, des Caux et de Boulouris. Il couvre plusieurs kilomètres carrés ; mais dans ce parcours il présente une foule de variations dans son grain et dans sa solidité. Les premières roches que l'on rencontre à l'O. sont composées de quartz et de feldspath dominant ; mais elles se désagrégent avec la plus grande facilité sous l'influence des agents atmosphériques ; en avançant de l'O. vers l'E., on remarque que les éléments diminuent sensiblement de volume : bientôt le quartz suit la même dégradation, et la roche passe alors à cette espèce de diorite que nous avons déjà indiquée. La ligne que nous venons de suivre n'indique que les limites méridionales du porphyre bleu : elle embrasse certainement les points où il se montre le mieux à découvert ; mais il se continue dans les terres, affleure au-dessous des grès bigarrés et des mélaphyres au Bras-Blocaux, aux Grands-Gondins, et il s'enfonce sous les escarpements porphyriques de la chaîne de l'Estérel, après un parcours de quatorze à quinze kilomètres. C'est, à ne pas en douter, un dyke immense qui s'est poussé à travers les gneiss, les porphyres rouges et les mélaphyres, lesquels en masquent la plus grande partie.

L'origine éruptive de cette roche est suffisamment indiquée par la coupe de la figure 6 de la carte géologique et par les détails qui s'y rapportent ; on la voit, en effet, traverser sous forme de filons ramifiés C les mélaphyres M, les conglomérats mélaphyriques Z et les grès bigarrés V, qui les recouvrent. Cette circonstance seule indique la postériorité du porphyre bleu par rapport à toutes les formations qui composent la chaîne de l'Estérel. Une autre preuve de sa fluidité est établie d'une manière tout aussi évidente dans le côteau qui, vers le N.-E., domine la campagne Aubert (carrière ancienne), et d'où l'on extrait le calcaire avec lequel on fabrique de la chaux maigre. Ce calcaire n'est autre chose que cette même couche subordonnée au grès bigarré que l'on retrouve sur une foule de points, et notamment à Vaissière, mais qui, dans les montagnes des Caux et au contact même du porphyre bleu, est passée à l'état de dolomie blanche, très cristalline, s'égrenant en petits rhomboèdres au moindre choc et même sous la pression des doigts. Il s'est formé, vers la ligne de séparation, une salbande composée de fragments anguleux de dolomie, de grès et de phorphyre, vrai conglomérat bréchiforme qui porte encore les traces des actions dynamiques et métamorphiques auxquelles il doit son

origine. Le porphyre bleu, à son tour, a perdu la compacité et les caractères particuliers que nous lui avions reconnus; de massif il est devenu rubané, schisteux même, car il se divise en petites plaques parallèles dont les surfaces sont salies par de l'oxyde de fer. Cette espèce de clivage naturel, qui débite la roche en nombreux parallélipipèdes, permet rarement de retirer des échantillons qui puissent conserver et montrer cette disposition rubanée. Les félures que le refroidissement a provoquées sont indiquées dans la cassure transversale par des lignes noires et tellement droites, qu'elles divisent presque mathématiquement les masses en portions égales. Il est difficile de rencontrer pour la démonstration un exemple plus frappant de la structure tabulaire. La dolomie dans ce coteau est souvent pénétrée de fer oxydulé; le porphyre lui-même contient cette substance disséminée, et quelquefois, mais rarement, il empâte cette brèche de grès et de calcaire magnésien que nous avons mentionnée. Un empâtement analogue, mais qui s'est opéré sur une plus grande échelle, s'observe sur les bords de la mer, entre la tour de Darmont et le poste des douaniers de Boulouris. Vers les limites de contact, entre le porphyre bleu et les grès bigarrés, j'ai remarqué un bloc de 2 mètres cubes environ de conglomérat mélaphyrique entièrement implanté dans le porphyre bleu. Ce bloc conservait encore des indices de stratification, et il se trouvait porté au-dessus du niveau où ont été laissées les couches dont il faisait primitivement partie.

Dans le voisinage des montagnes formées par la roche qui nous occupe, le quartier des Ferrières, dont le nom seul indique les circonstances qui le lui ont fait donner, recèle quelques indices de fer oxydulé dont, en 1832, j'avais attaché l'origine à l'influence des porphyres rouges. Appelé dix années plus tard dans les mêmes lieux pour étudier un gisement de fer dont on avait retiré de magnifiques échantillons, j'eus occasion de revoir avec plus d'attention, et surtout avec des idées plus arrêtées, ces terrains difficiles à classer. On me montra le gisement nouvellement découvert dans le quartier de Garde-Vieille, à l'E. du torrent d'Aigues-Bonnes. Je pus m'assurer alors que ce minerai de fer, ainsi que celui des Ferrières, auquel se rattachent les filons des alentours de la vigie de Darmont, était en partie encaissé dans le porphyre bleu, et pénétrait en partie dans le grès bigarré qui était passé à l'état de jaspe un peu rubané; qu'il constituait, en un mot, de vrais filons de contact.

Dans le quartier de Garde-Vieille, le fer oxydulé, au lieu de constituer une veine régulière, se montre en amas puissant au-dessus de deux mamelons porphyriques séparés l'un de l'autre par une gorge intermédiaire, produite par écartement ou par une dénudation postérieure; la couleur ocracée du terrain et la rencontre de blocs nombreux de quartz cariés, à cavités tapissées de cristaux hexaédriques, indiquent d'avance la position du minerai. Une fois parvenu sur le point de provenance de ces gangues, on voit que les porphyres bleus, qui composent ces deux mamelons, sont recouverts en partie par un encroûtement quartzeux au

milieu duquel on aperçoit quelques veines de fer oxydulé à petites facettes, pénétrées de quartz et agissant avec énergie sur l'aiguille aimantée. L'épaisseur des veines n'offre aucune constance; la plus puissante que j'aie remarquée ne dépassait pas, en moyenne, 50 centimètres; encore fallait-il la suivre à travers son parcours capricieux. La nature réfractaire du minerai, son peu d'abondance, ainsi que les difficultés locales pour l'établissement d'une usine, ont dû faire renoncer à toute idée d'attaquer un gisement insuffisant sous tant de rapports, et je ne sache pas que depuis on ait songé à le reprendre.

Le porphyre bleu constitue à lui seul une chaîne de montagnes peu élevées, à formes arrondies, qui, depuis le quartier de Garde-Vieille jusqu'au-dessus de la rade d'Agay, court parallèlement (1) à la mer et parallèlement aussi aux crêtes dentelées de l'Estérel, en laissant dans l'intervalle la dépression un peu bosselée des Gondins et de Vaissière.

La composition du porphyre bleu, sa fluidité primitive et sa position nous étant bien connues, étudions en ce moment quels ont été ses effets dynamiques et la part qu'il a eue dans le relief actuel de l'Estérel. Nous avons vu, en traitant des porphyres rouges, que la chaîne de l'Estérel se composait d'une longue bande porphyrique que la vallée du Reyran divisait en deux portions inégales: l'une, depuis le pic de la Gardiole jusqu'à Esclans, formait cette muraille uniforme sous laquelle s'abritent les plaines de Fréjus, du Puget et du Muy; la seconde, depuis les ressauts du Reyran, opposés à la Gardiole, se continuait jusque dans la mer, en constituant le cap Roux remarquable par la hardiesse de ses formes, les pitons de la Sainte-Baume et les colosses d'Arturby et du mont Vinaigre. Ces arêtes, tranchantes et découpées, caractéristiques de la région la plus orientale de l'Estérel, contrastent d'une manière frappante avec la monotonie des lignes de l'autre portion, et indiquent clairement qu'elles sont le résultat d'une cause perturbatrice qui a agi sur ces points avec plus d'intensité que dans le restant de la chaîne: en effet, en examinant des montagnes d'Agay ou des hauteurs de Fréjus la silhouette que l'Estérel découpe à l'horizon, on voit, abstraction faite des hiatus intermédiaires, qu'elle dessine une ligne courbe qui, du mont Vinaigre, comme point culminant, s'abaisse graduellement et vers Esclans et vers la Méditerranée, et que les plus grands écartements ainsi que la disposition flabelliforme provoqués par les fractures correspondent exactement avec la direction du porphyre bleu et avec son point de rencontre avec les porphyres rouges quartzifères. Le porphyre bleu semble avoir été le

(1) Nous devons faire remarquer que le parallélisme n'est que relatif; car nous considérons le porphyre bleu comme un dyke éruptif d'une grande puissance qui se dirige de Boulouris vers le mont Vinaigre, c'est-à-dire du S. au N. Mais comme, dans une partie de son trajet, il est masqué par les grès bigarrés qu'il a soulevés sans les recouvrir, il ne se montre franchement au jour que dans son parcours méridional, sur les bords de la mer et dans les montagnes des Caux. Dans ces divers points, on juge de son épaisseur sans pouvoir le suivre en entier sur sa direction.

levier qui a soulevé l'Estérel et produit les perturbations que nous avons signalées dans les lignes terminales. Comme nous avons démontré que l'éruption des porphyres rouges date du dépôt des grès bigarrés, puisque nous avons vu une partie de cet étage triasique recouverte par eux, et l'autre partie les recouvrant et en contenant des fragments à l'état roulé ; comme, d'un autre côté, la direction des fissures (*voyez* les fig. 1, 2, 3, 4, de la carte géologique) produites par le retrait dans cette roche ignée est perpendiculaire à la direction des strates du grès bigarré, nous avons dû conclure que le grès, comme le porphyre, avait éprouvé à la fois un redressement qui avait troublé son niveau, sans modifier sa position relative. A quelle cause rattacher ce soulèvement? C'est certainement à l'apparition du porphyre bleu ; car sa force éruptive, si bien accusée à Boulouris, se reproduit avec tant de simplicité et d'évidence dans les montagnes des Caux, qu'il n'est guère permis de révoquer en doute son influence directe dans la production des phénomènes qui nous occupent. En vain voudrait-on reconnaître, dans les mélaphyres qui se montrent en si grande abondance dans les mêmes régions, la cause de ces grandes perturbations : outre que nous avons démontré que leur émission a suivi de très près celle des porphyres rouges, nous avons aussi constaté que le porphyre bleu empâte et soulève les conglomérats mélaphyriques, ainsi que les grès bigarrés formés en partie à leurs dépens.

Ces déductions, qui sont l'expression d'observations directes et qui assignent au porphyre bleu un âge comparativement très récent, confirment les idées de M. Élie de Beaumont, qui pense que cette roche paraît former une variété particulière, et que peut-être même on devrait la distinguer complétement du porphyre rouge quartzifère et la rapprocher des trachytes. L'abondance des cristaux de quartz est le seul motif qui ait engagé ce savant à ne pas les ranger dans ces derniers.

Mais quel est l'âge précis de cette roche plutonique? à quelle époque correspond-il? Cette question ne peut trouver sa solution dans l'étude seule des lieux où elle se montre au jour, puisque l'échelle des terrains n'est pas entièrement représentée dans l'Estérel, et que le grès bigarré est le terme le plus récent qui ait traversé le porphyre bleu. C'est donc en dehors du Var, et dans des contrées où des terrains analogues se reproduisent avec des caractères plus décisifs, que nous devons chercher les éléments de notre discussion pour appliquer ensuite au porphyre bleu les conclusions qui ressortiront de notre examen comparatif.

L'île d'Elbe est célèbre, comme on le sait, par les mines qu'elle renferme et par les roches ignées qui, à diverses époques, sont venues traverser les terrains stratifiés qui forment sa charpente. Depuis longtemps M. Savi avait fixé l'attention des géologues sur l'âge récent des granites de Monte-Capanna, et dernièrement M. Studer, dans un excellent travail (1), a pour ainsi dire popularisé les

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, tome XII, page 279 et suivantes. *Voyez* aussi la *Géologie appliquée à la théorie des gisements métallifères*, de M. A. Burat.

idées du savant professeur de Pise en les reproduisant en français, et en les accompagnant d'un aperçu général du plus grand intérêt. Or, parmi ces roches granitiques qui ont poussé des filons au milieu de tous les terrains stratifiés et même de la serpentine (1), comme on peut s'en assurer à San-Ilario di Campo, on remarque dans la rade de l'Enfola, au nord de Porto-Ferrajo, un porphyre granitoïde bleu, quartzifère avec larges cristaux de feldspath (quelquefois de 10 à 12 centimètres) en filons dans l'albérèse et le macigno (2), qui souvent se trouvent empâtés et soudés intimement avec lui. Ce porphyre ne diffère presque en rien minéralogiquement du porphyre bleu des Caux. C'est bien la même pâte bleu-turquine, relevée par les taches blanches que dessinent les petits cristaux de feldspath. Le quartz s'y présente pareillement en noyaux isolés, en cristaux dodécaédriques, ou bien en prismes hexaédriques terminés par deux pyramides. Outre l'orthose, on observe, comme dans le Var, des cristaux d'albite maclés, offrant la disposition en forme de gouttière particulière à cette espèce minérale. La cassure en est vitreuse et laisse apercevoir une structure fendillée bien prononcée. Sous ce rapport, les porphyroïdes granitoïdes de l'Enfola, à part la couleur, ressembleraient aux granites de Bavéno : ils ne diffèrent réellement de

(1) La serpentine (terrain ophiolitique de Savi) joue un rôle très important dans la constitution géologique de la Toscane. C'est elle qui renferme les riches filons de cuivre que l'on exploite sur plusieurs points, et notamment à Monte-Catini. Elle est intimement liée à des euphotides, à des prasophyres, à des lherzolites et à des roches particulières que, faute d'une dénomination plus rigoureuse, on désigne sous le nom de *gabbro*. La distinction du gabbro en espèces offre autant de difficultés que celles des *spilites*. Dans une même localité, on le voit passer à une foule de variétés si nombreuses, qu'il se joue vraiment de tout essai de nomenclature. On a généralement considéré les serpentines de la Toscane comme datant toutes de l'époque tertiaire. C'est une erreur; car dans le Bolonais, à Monte-Castelli et à Libiano (dans le Volterrano), elles sont antérieures à la formation du macigno. Dans ces deux dernières localités, et principalement entre Libiano et Monte-Rufoli, elles sont accompagnées de tufs et de conglomérats qui alternent avec la portion la plus inférieure de l'albérèse. On dirait une formation trachytique. L'existence de filons granitiques au milieu des serpentines a été un des principaux arguments dont on s'est servi pour avancer que les granites de l'île d'Elbe étaient d'époque tertiaire.

(2) Le macigno et l'albérèse constituent, dans la péninsule italienne, un terrain particulier caractérisé par les *Fucus Targioni* et *intricatus*, ainsi que par des foraminifères d'une petite dimension. J'y ai recueilli de nombreux fragments d'Encrines. On y a cité aussi des Ammonites et un Hamite qui m'a paru se rapporter au genre *Ancyloceras* de M. d'Orbigny. Les géologues divergent beaucoup d'opinion sur sa véritable position. Les uns en font du grès vert, d'autres de la craie supérieure. M. Pilla, dans un travail récent, s'est efforcé de démontrer que le macigno constituait un dépôt particulier intermédiaire entre la craie et les terrains tertiaires. Il correspondrait au terrain épicrétacé des Corbières de M. Leymerie. La présence des Ammonites dans le macigno est, à mes yeux, un fait de la plus haute importance et dont on n'a pas tiré tout le parti désirable. Toutefois je crois avoir démontré le premier, dans mon *Mémoire sur les terrains stratifiés de la Toscane*, la complète indépendance du macigno, par rapport à toutes les autres formations. — Voyez *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. III; mon travail *sur le Maroc*, 2e série, t. IV, et mon *Mémoire sur les solfatares, les alunières et les lagoni de la Toscane*, 2e série, t. VI.

celui des Caux que par la présence d'un talc verdâtre qui s'y trouve régulièrement disséminé, et qui remplacerait les cristaux d'amphibole que nous avons vus souiller ce dernier.

Les granites et les porphyres de l'île d'Elbe sont associés à d'autres roches granitiques douteuses qui, sur le continent comme dans le *val del Giardino* (Campigliese), à *Donoratico*, dans la commune de *Castagnetto*, à *Rocca-Tederighi*, sont essentiellement feldspathiques, d'aspect vitreux, et que M. Savi a considérées comme des trachytes. L'âge récent de ces roches ne saurait être révoqué en doute. A Rocca-Tederighi, elles débordent de la manière la plus incontestable sur l'albérèse, et le recouvrent sous forme de grandes nappes. Seulement elles retiennent encore, et en abondance, des noyaux de quartz transparents et de nombreuses paillettes de mica qui semblent les rapprocher plutôt des porphyres ou des granites porphyroïdes. Cette opinion s'appuie, dans le Campieglise, sur le voisinage et les analogies de gisement qui les lient avec d'autres dykes d'un porphyre granitoïde jaunâtre qui traverse les marbres blancs et les terrains jurassiques (*cava del Piombo, val de l'Ortaccio*, etc.), et qui renferment des cristaux péridodécaédriques de pinite verdâtre. Sur la route de Campiglia, à San-Vincenzo, le torrent *Botro ai marmi* a mis à découvert un dyke de pegmatite blanche à petits grains, dont les taches de manganèse rappellent les eurites dentritiques des environs de Porto-Ferrajo. Les granites de Gavoranno (entre Campiglia et la Rocca-Tederighi) ne diffèrent en rien des granites de Campo; ils renferment les mêmes tourmalines et les mêmes cristaux d'orthose qui ont rendu cette dernière localité si fameuse. Ces variations dans les éléments de ces diverses roches feldspathiques, qui dans un rayon si circonscrit offrent toutes les combinaisons imaginables, en les rendant successivement granitoïdes, porphyroïdes et trachytoïdes, doivent être attribuées à des influences particulières, à des intermittences peut-être, qui auront modifié sa structure; mais elles ne sauraient être invoquées contre un synchronisme que proclament tous les faits qui se rattachent à l'histoire de ces roches. Si l'identité minéralogique des porphyres bleus de l'Enfola avec celui des Caux est admise, et si, de plus, les premiers ne peuvent être raisonnablement séparés des autres granites de l'île d'Elbe auxquels ils passent par des nuances insensibles, la question de synchronisme que nous traitons sera résolue en partie, et trouvera le complément de sa solution dans des phénomènes d'un autre ordre, mais d'une plus haute importance à nos yeux, et qui établiront d'une manière plus complète encore les affinités naturelles qui unissent deux produits que tant de degrés de parenté rapprochent l'un de l'autre : nous voulons parler des filons auxquels leur apparition a donné naissance. On connaît, par les écrits de M. Savi, les relations de dépendance réciproque qui existent entre les gîtes métallifères de la Toscane et les roches plutoniques. En effet, les nombreux filons du Campigliese, du Massetano, du Grossetano et de l'île d'Elbe, semblent subordonnés aux dykes granitiques et porphyriques qui percent dans

leur voisinage. J'ai pu constater à Campiglia que certaines roches feldspathiques étaient non seulement contemporaines des grands filons pyroxéniques, mais qu'elles en faisaient essentiellement partie. Le fer oxydulé du cap Calamita appartient aussi à ces mêmes filons de pyroxène. Cette dernière circonstance, rapprochée des gisements de fer magnétiques de Garde-Vieille et du quartier des Ferrières, ajoute un trait de ressemblance de plus entre notre porphyre bleu du Var et ceux de l'île d'Elbe, puisque, dans ces deux contrées, ils auraient donné naissance à des filons composés des mêmes substances métalliques. Ajoutons que les filons de Campiglia présentent pareillement du fer oxydulé, sinon en aussi grande abondance que le cap Calamita, du moins dans les mêmes conditions de gisement. Les porphyres qui les traversent, comme celui des Caux, renferment de l'épidote en nids et en petits amas ; de plus, les nombreux rapprochements que nous avons établis entre les uns et les autres à cause de l'identité de leur composition se trouvent corroborés par l'appréciation des phénomènes qu'ils ont produits et par leur âge comparativement plus récent que celui des autres produits ignés et dans l'Estérel, et dans l'île d'Elbe (1).

(1) M. A. Burat, dans l'ouvrage remarquable à tant de titres qu'il vient de publier, attribue le remplissage des filons de la chaîne métallifère de la Toscane à l'influence exclusive de serpentines, en prenant pour point de départ la richesse des serpentines elles-mêmes en substances minérales. Il refuse aux roches feldspathiques toute participation dans la production de ces phénomènes, les filons métallifères, suivant ce géologue, se montrant indépendants des régions granitiques. Sans entrer ici dans la discussion des motifs qui ont amené l'auteur à ces conclusions, nous ferons observer, en passant, que les nombreux filons des Alpes apennines (aimant, fahlers, blende, galène et cinabre) sont concentrés dans des couches métamorphiques en dehors de l'action apparente de toutes roches ignées; car cette chaîne ne présente aucun produit éruptif. Dans le Campigliese, le Massetano et la province inférieure de Grosseto, les filons de toute espèce (cuivre gris, blende, cuivre pyriteux, galène, antimoine sulfuré, hématites) constituent des gîtes aussi nombreux que variés, et sont situés en dehors de la chaîne ophiolitique, et en connexion plus directe avec les dykes granitiques. La serpentine pointe bien en quelques lieux, à Rocca-Tederighi et à Parri; mais, si elle contient des filons, ce sont encore des filons cuivreux en rognons, comme ceux de Monte-Catini, du Terriccio et de Monte-Vaso. Il y a plus : si les serpentines et les gabbro ont été jusqu'ici la formation la plus productive sous le point de vue industriel, les substances qu'on y a exploitées consistent exclusivement en minerais de cuivre, et l'on peut dire que leur concentration dans ces porphyres leur est tellement subordonnée, qu'on ne les voit jamais tenter des excursions dans les terrains sédimentaires voisins. Il serait dès lors étonnant que les serpentines qui ne récèlent que du cuivre n'eussent retenu aucune des substances variées que l'on suppose qu'elles auraient fournies à la chaîne métallifère de la Toscane. Relativement à l'île d'Elbe, nous ferons remarquer que les minerais de fer de Rio, de Longone, de Punta-Rossa, que M. Savi considère comme éruptifs et comme liés aux émissions granitiques, et qui retrouvent leurs analogues dans les mines de Monte-Valerio, de Massa et de Prata sur le continent, sont réellement indépendants de l'influence serpentineuse. Mes études, au contraire, me portent d'autant plus à rattacher de préférence tous les filons de la Toscane (ceux de la serpentine exceptés) à l'émission des roches feldspathiques que, dans le Campigliese, les dykes éruptifs d'yénite et de pyroxène sont accompagnés d'une pegmatite qui, non seulement fait corps avec la masse même des filons, mais encore contient l'yénite et la pyroxène en druses et en veinules, et se confond tellement

Ces deux pays nous fourniraient donc l'exemple d'émissions de roches quartzifères postérieures à l'émission d'autres roches entièrement dépourvues de quartz (mélaphyres dans le Var et serpentines dans la Toscane), particularité exceptionnelle qui semble contrarier les idées généralement admises en géologie plutonique, que l'abondance du quartz dans les roches éruptives est en raison directe de leur ancienneté.

CHAPITRE VI.

FORMATION TRACHYTIQUE.

Lorsque d'Antibes on se rend à Notre-Dame de la Garde, on observe, au milieu des dolomies néocomiennes qui constituent le sol du promontoire sous lequel s'étale le golfe de Jouan, un dépôt de conglomérats particuliers, composé en grande partie de cailloux arrondis ou anguleux d'une roche noirâtre, noyés dans un tuf formé des mêmes éléments, mais réduits par une trituration plus complète en particules ténues comme les cendres qui proviennent des éruptions volcaniques. Des veines d'opale blanche (hyalite) sont infiltrées à travers la masse, ou bien elles se renflent en rognons qui rappellent les quartz-résinites de Gergovia.

Au milieu de ces conglomérats dont on peut étudier la composition dans les escarpements qui sont exposés à l'action corrosive des vagues, on remarque quelques filons d'un trachyte compacte, très homogène dans la cassure fraîche, et se divisant en nombreuses écailles polyédriques. Cette roche, qui contient de nombreux cristaux de feldspath et quelques cristaux hexaédriques de mica noirâtre, ne présente pas au toucher la rudesse qui le caractérise ailleurs. Sa pâte est plutôt celle des phonolites. Outre ces deux substances, elle renferme une substance verdâtre désagrégée qui pourrait bien être du pyroxène décomposé.

avec elles que, dans le passage si bien ménagé des unes aux autres, il est impossible de reconnaître des limites de séparation. Il n'y a pas jusqu'à l'épidote, un des éléments de ces filons, qui ne se trouve logée dans la pegmatite de manière à en devenir une des parties constituantes et ne serve à compléter entre la masse des filons et la roche feldspathique la fusion indiquée. En admettant que tous les granites de la Toscane soient postérieurs aux terrains ophiolitiques, et que ces derniers aient été la cause productive des filons, comment M. Burat expliquerait-il la présence, dans le granite de Gavorrano et dans l'île toute granitique de Giglio, d'un filon de fer dans le granite même, entre la *Punta Fariglione* et la *Punta Salina?* Et, d'un autre côté, si les divers gisements de fer du sol toscan sont contemporains, comme tout porte à l'admettre, ne faut-il pas reconnaître que les serpentines ont été sans influence dans leur production? (Voir, au surplus, les développements que j'ai donnés à ce sujet, dans mon travail sur les solfatares, les alunières et les lagoni de Toscane.)

Par places on voit aussi quelques noyaux d'obsidienne noire et vitreuse qui se fond insensiblement dans la masse trachytique. Les blocs de trachyte, qui sont noyés dans les tufs et les conglomérats, offrent beaucoup plus de variétés que les dykes eux-mêmes. On y reconnaît toutes sortes de trachytes depuis les plus porphyroïdes jusqu'aux phonolites grenus ; on y rencontre même, mais plus rarement, quelques cristaux d'amphibole hornblende qui complètent leur ressemblance avec les trachytes classiques des autres contrées. Une particularité qui mérite d'être signalée dans les conglomérats consiste en l'absence complète de toutes roches étrangères à la formation trachytique : malgré les soins les plus attentifs, je n'ai pu y rencontrer ni gneiss, ni porphyres rouges, ni grès bigarré, en un mot aucun représentant des formations qui constituent le sol des régions environnantes. Il est évident que ces conglomérats sont ici, comme cela se reproduit en Auvergne et dans les champs Phlégréens, l'équivalent de ces matériaux d'agrégation qui recouvrent et masquent quelquefois les dômes trachytiques et qui proviennent de la déjection de matières pulvérulentes et de blocs arrachés aux portions déjà consolidées. Les dykes de trachyte qui traversent les conglomérats sont dus incontestablement à des émissions postérieures auxquelles se rattache, suivant toute vraisemblance, le soulèvement de ces derniers.

Si les conglomérats ne forment dans les environs d'Antibes qu'un point insignifiant, il n'en est pas de même dans les environs des villages de Biot et de Villeneuve, où ils occupent une étendue assez considérable et constituent des coteaux élevés dont les flancs sont déchirés par la rivière du Loup et par les torrents qui descendent des bois de la Garde.

La route qui conduit d'Antibes à Villeneuve traverse en général les sables et les amas de galets qui parsèment la côte jusque dans les environs de Nice. De distance en distance, elle est taillée dans quelques monticules composés de couches puissantes de cailloux arrachés pour la plupart à la formation néocomienne. Ces couches sont soulevées et elles appartiennent à la formation tertiaire supérieure, si bien développée dans les environs de Manosque, de Peyruis, et dans toute la vallée de la Durance. Au logis du Loup, à l'embouchure de la rivière de ce nom, le chemin qui conduit à Villeneuve fait un coude à angle droit avec la route royale, et est dominé par ces mêmes cailloux roulés qui se dressent des deux côtés en escarpements abrupts. Près du pont, en face de Villeneuve, on aperçoit au-dessous de l'étage tertiaire, mais en discordance de stratification, les conglomérats trachytiques qui s'étendent jusqu'à la montagne arrondie sur laquelle est bâti le village, se continuent vers les bois de la Garde en occupant pendant un assez long trajet les deux berges du ruisseau de la Merderie, composent les coteaux que domine la chapelle de Saint-Jullien, et descendent jusque dans les environs de Biot, où ils sont recouverts par la mollasse marine, en dessinant, au-dessus du terrain néocomien et du grès vert dont est formée la contrée, des protubérances allongées et profondément découpées par des ravins.

Les conglomérats ont généralement une couleur gris-cendré dont le fond pâle contraste avec la teinte brunâtre et foncée des blocs de trachyte qui y sont engagés. Cette dernière roche, qui ne se montre en place nulle part, soit à l'état de dômes, soit à celui de dykes, est abondamment disséminée au milieu des matières agglomérées en fragments plus ou moins volumineux, lesquels, ayant subi pour la plupart un commencement d'altération, laissent apercevoir la structure du feldspath, qui en forme un des principaux éléments. On le reconnaît facilement à son aspect vitreux et fendillé. Les cristaux cependant ne sont dominants que dans une variété de blocs sujette à une prompte désagrégation, et que l'on trouve disséminés dans les alentours de l'oratoire situé entre Biot et la chapelle de Saint-Jullien : ils y sont associés avec quelques cristaux régulièrement terminés d'amphibole hornblende, ainsi qu'avec du mica hexagonal, et constituent avec ces différentes substances un véritable trachyte caractérisé et par sa rudesse au toucher, et par sa composition. Les blocs qui ont une couleur brunâtre sont moins riches en feldspath ; leur pâte est plutôt pétro-siliceuse, plus consistante que dans les trachytes vitreux, et elle donne un aspect euritique à la roche, qui, si on l'étudiait en dehors de son gisement, pourrait être rapportée à la formation porphyrique.

Quel est le point de provenance d'une si grande quantité de blocs trachytiques, lorsque le trachyte en place ne se trahit nulle part? Où étaient situés les orifices qui les ont vomis à la surface du globe? Les conduits souterrains ne peuvent exister certainement que dans les lieux mêmes où l'on observe aujourd'hui les produits de la déjection ; mais, soit que les conglomérats les aient comblés ou que les dykes n'apparaissent pas à l'extérieur, il m'a été impossible de les découvrir et d'en soupçonner même l'emplacement réel.

Sans former précisément des couches bien réglées, les conglomérats présentent pourtant des divisions grossièrement parallèles qui accusent des indices de stratification et l'intervention des eaux dans l'arrangement de leurs parties. Les traînées, composées des blocs les plus volumineux, constituent des bancs d'une épaisseur très considérable, mais très irréguliers dans leur allure, qui alternent avec des couches formées des mêmes matières triturées jusqu'au point d'avoir été réduites en une espèce de boue fine ou de gravier à petits grains : on dirait des matériaux accumulés à la manière des atterrissements modernes des torrents impétueux. Aussi peut-on remarquer tous les passages depuis les amas de blocs libres jusqu'à une argile de la plus grande ténuité. Les tufs qui contiennent des fragments de grosseur moyenne, retenus dans une pâte grésiforme, sont exploités avec beaucoup d'activité, entre Biot et Villeneuve, comme pierres de construction et comme pierres réfractaires, pour le revêtement et pour la sole des fours à soude de Marseille, ainsi que pour d'autres usages domestiques. On aperçoit au milieu de ces tufs quelques obsidiennes et de nombreux fragments d'une substance scoriacée rougeâtre qui a les plus grands rapports avec les matières de

même nature que l'on rencontre dans les gisements de pouzzolanes de l'Italie. Les terres meubles qui proviennent de leur désagrégation, après avoir subi l'opération d'un criblage, sont transportées à Marseille, où elles sont transformées en alun dans les fabriques de soude factice.

Il existe entre Biot et Charlotte un gisement curieux d'opales lithoïdes qui sont engagées dans les tufs et dans les conglomérats en sphéroïdes que l'on prendrait au premier coup d'œil pour des cailloux roulés. Quelques uns dépassent jusqu'à 30 centimètres de diamètre; mais en général leur volume n'excède pas la grosseur du poing. Leur surface est terne, un peu terreuse, par suite d'un principe d'altération, et l'intérieur présente cette cassure conchoïde en tous les sens, qui divise la masse en une multitude de fragments irréguliers. La couleur dominante est le vert-olive foncé : on en trouve cependant de blanches, de jaunes et de noires. Mais la localité la plus fameuse est, sans contredit, celle dont on doit la découverte à M. le comte d'Albertas, entre la Garde et Biot. L'opale y est d'un beau rouge, translucide sur les bords et rubanée dans toute son épaisseur. Les lignes étant alternativement rouges de corail et rosées, on peut suivre très distinctement le mouvement des zones et se convaincre que leur disposition est en tous points conforme à celle des agates. J'avais soupçonné d'abord que ces opales, dont on a retiré des échantillons d'un très grand volume, étaient pseudomorphiques, et s'étaient substituées à des troncs de palmiers ou d'autres végétaux, ainsi que cela s'observe dans les terrains volcaniques des bords du Rhin; mais un examen plus minutieux, en me dévoilant l'absence complète de tout tissu ligneux, ne m'a montré que la disposition zonée particulière aux silex et aux calcédoines.

Comme jusqu'à ce jour la formation trachytique n'a pas été signalée dans le département du Var (1), et que, dans la carte géologique de la France, les deux dépôts d'Antibes et de Biot figurent sous la dénomination de *mélaphyres*, j'ai dû en esquisser à grands traits la physionomie générale; mais, d'un autre côté, comme elle ne joue dans la constitution du sol qu'un rôle peu important, nous avons cru convenable de supprimer tous les détails de description qui n'auraient rien ajouté de nouveau à tout ce qu'on connaît de ce premier terme de la série volcanique. Nous terminerons donc ce chapitre par l'indication de la position et de l'âge géologique des conglomérats trachytiques dans la Provence.

Avant d'arriver à la ferme de la Garde, sur la rive gauche du torrent de la Merderie, on aperçoit très distinctement la superposition transgressive des conglomérats et des tufs au-dessus du terrain nummulitique et du calcaire néocomien à *Chama ammonia*. La coupe transversale du vallon de Charlotte indique ce fait d'une manière plus évidente encore. La formation crétacée était donc déjà soulevée lorsque les trachytes vinrent s'étendre sur ses couches.

(1) M. le marquis de Pareto, à qui la géologie du midi de la France est familière, m'annonça au congrès de Lucques qu'à son tour il avait reconnu, dans les conglomérats de Biot et de Villeneuve, la formation trachytique.

La berge droite du vallon qui sépare Biot de celui de la Charlotte montre encore les conglomérats trachytiques reposant sur les tranches du calcaire néocomien ainsi que sur les grès à Nummulites, et recouverts à leur tour, dans les environs de Biot, par la mollasse marine. A la base de ce système tertiaire moyen, on voit les produits trachytiques remaniés et mêlés aux gompholites et aux grès qui constituent la presque totalité des mollasses. Donc les trachytes sont antérieurs à l'étage miocène, et postérieurs à la formation nummulitique du midi de la France. La rencontre de quelques fragments de trachyte dans la partie inférieure des cailloux stratifiés (tertiaire supérieur) de la vallée du Loup, bien qu'elle n'ajoute aucune force nouvelle à l'argument précédent, prouve du moins que les éruptions trachytiques éclatèrent pendant la période tertiaire. Elles auraient précédé de fort peu les éruptions basaltiques, car nous verrons dans le chapitre suivant, en traitant des basaltes, que ceux de Beaulieu, près d'Aix, sont contemporains de la formation gypseuse (1).

CHAPITRE VII.

FORMATION BASALTIQUE.

Moins abondants que les produits des formations ignées que nous avons précédemment décrites, et jouant un rôle comparativement très restreint, les basaltes, dans les départements littoraux du midi de la France, se montrent éparpillés sur divers points avec des caractères à peu près uniformes de composition, sinon avec des circonstances identiques de gisement. C'est en vain qu'on voudrait les comparer à leurs analogues de l'Auvergne et du Vivarais. Cependant les basaltes de Beaulieu et de Rougiers offrent à l'observateur des phénomènes du plus grand intérêt, et nous ne craignons pas qu'on puisse nous reprocher d'exagérer leur importance en assurant que leur description seule peut prétendre à l'honneur d'illustrer l'histoire de la formation basaltique. Les volcans éteints de la Provence avaient fixé depuis longtemps l'attention des naturalistes. Saussure a parlé de celui de Beaulieu dans son *Voyage dans les Alpes*. M. Faujas de Saint-Fond en a fait l'objet d'un mémoire particulier ; enfin M. Pontier avait inséré dans les *Mémoires de l'Académie d'Aix* une dissertation sur le volcan éteint de Rougiers. Mais ces divers écrits, rédigés à une époque où la géologie était encore peu avancée, se ressentent trop des idées systématiques de leurs auteurs, et laissent beaucoup à désirer sous le rapport de l'âge et de la position des basaltes, relati-

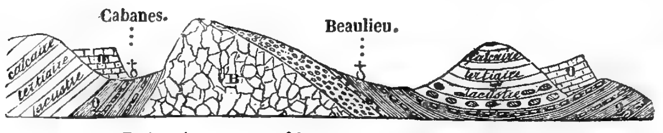
(1) Il est à remarquer que la formation trachytique du Var se trouve dans le prolongement du terrain trachytique de l'Italie, auquel elle se rattache par l'île de Capraïa, qui, d'après les observations de M. de Pareto, est aussi trachytique.

vement aux terrains qu'ils ont traversés. Pendant les années que j'ai professé la géologie au Muséum d'Aix, j'ai eu occasion de visiter avec soin les divers gisements basaltiques des départements des Bouches-du-Rhône et du Var, et spécialement ceux de Beaulieu et de Rougiers, qui présentent les particularités les plus intéressantes. Les idées que j'ai développées à ce sujet dans mon cours imprimé de géologie (1) se trouvent reproduites en grande partie dans le *Compte rendu* des séances de la Société géologique de France pendant sa réunion extraordinaire à Aix (2).

Comme décrire chaque gisement basaltique de la Provence serait surcharger notre travail de détails inutiles pour la science et ennuyeux pour le lecteur, nous nous bornerons à une description sommaire des faits généraux qui se rattachent à la sortie des basaltes, en commençant par ceux de Beaulieu, dont l'âge peut être précisé avec une grande certitude, grâce aux circonstances qui ont précédé et suivi leur éruption. Comme, d'un autre côté, il ne saurait exister le moindre doute sur la connexion qui existe entre les divers membres de la formation basaltique en Provence, l'âge du volcan éteint de Beaulieu sera celui des autres volcans éteints du département du Var.

Le volcan de Beaulieu est situé à trois lieues d'Aix, dans la vallée de la Durance, et à quelque distance du village de Rognes. On s'y rend par le chemin de Cabanes qui parcourt le plateau de Puyricard, la chaîne de la Trévaresse, et conduit vers une plaine ondulée qui se termine aux derniers contre-forts des montagnes des Alpines. On marche d'abord sur des calcaires marneux remplis de Planorbes, de Potamides, de Lymnées et de Cyclades : ces calcaires représentent la partie supérieure du terrain gypsifère d'Aix. Dans les alentours du château de Cabanes, on constate le recouvrement des marnes lacustres par la mollasse marine O. A la droite de l'observateur, s'ouvrent des ravines profondes


FIG. 12.



B. Basalte. — E. Tuf basaltique. — O. Mollasse marine.

dans lesquelles se montre à découvert la série de toutes les couches du système gypseux jusqu'aux argiles rouges et aux poudingues qui en constituent la base. Vers le nord, se dresse un coteau isolé à contours émoussés, dont la couleur

(1) Aix, 1839.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, tome XIII.

noire annonce déjà l'origine ignée. On ne tarde pas, en effet, à fouler le terrain basaltique dont l'œil a pu suivre tous les accidents extérieurs.

Le massif volcanique qui dans le sens de son plus grand axe ne dépasse pas trois kilomètres se compose : 1° d'un basalte noirâtre compacte, qui est la roche dominante ; 2° d'une dolérite cristalline avec fer oligiste titané ; 3° de basaltes-laves scoriacés et boursouflés ; 4° de tufs et de brèches qui enveloppent les flancs du cône ou qui ont nagé à sa surface.

Considéré dans son ensemble, le terrain basaltique se présente en une nappe un peu inclinée vers l'O. dont une extrémité, dans la direction de Saint-Canadet, est taillée brusquement et couronne les escarpements pratiqués dans les calcaires lacustres, tandis que du côté du château de Beaulieu les pentes sont ménagées et l'on voit les basaltes disparaître sous quelques coteaux tertiaires.

Le basalte compacte est une roche noire à grains extrêmement serrés, n'offrant jamais la structure prismatique, mais caractérisée par la présence du péridot qui y est logé en grains ou en noyaux plus ou moins volumineux. Il arrive fréquemment que ce minerai, par suite d'une altération profonde, se convertit en une espèce d'argile jaunâtre ou rougeâtre, au milieu de laquelle on remarque encore quelques particules de péridot vitreux.

Les basaltes-laves sont très souvent scoriacés ; de plus ils sont criblés d'une infinité de vacuoles dont l'intérieur est occupé par du carbonate de chaux blanchâtre : c'est cette variété que M. Brongniart a désignée sous le nom de *spilite* dans sa classification minéralogique des roches. Les basaltes-laves affectent aussi la structure bréchiforme et passent même à une véritable brèche composée de fragments anguleux de basalte compacte engagée au milieu de matières boursouflées, qui ne se distinguent des laves modernes que par l'abondance du péridot.

Faujas de Saint-Fond est le premier qui ait observé le gisement de dolérite vitreuse qu'on peut considérer comme la plus belle roche du genre : voici en quels termes s'exprime ce minéralogiste des volcans.

« On aperçoit sur la partie gauche du chemin (de Beaulieu) une petite colline » en plan fortement incliné sur la route, dont la base ou premier talus est formé » de diverses couches, je dirais presque de diverses coulées, qui ont depuis deux » pieds jusqu'à cinq d'épaisseur, d'une substance porphyritique friable et dé» composée. Toute cette partie est surmontée d'un second talus où la même » substance forme un plateau porphyritique très incliné, dont la pierre, au lieu » d'être friable, constitue un grand massif de roche solide. Ses éléments sont » les mêmes que la partie inférieure altérée, mais elle a une forte adhésion et » sa cassure offre une substance pierreuse, compacte, d'un brun rougeâtre, » mélangée de linéaments et de points noirs, et de lames de fer oligiste dont » quelques unes ont des faces luisantes de quatre lignes de largeur sur cinq » de longueur. »

Si le basalte compacte n'a subi aucune altération et se conserve sain dans les

moindres fragments, la dolérite a au contraire une singulière tendance à se désagréger et à se convertir en une arène pyroxénique que les eaux entraînent dans les parties inférieures. On observe avec intérêt dans les ravines qui découpent ces matières friables le mode de refroidissement auquel est due cette division. Des sphères de dolérite non décomposée, d'un volume qui dépasse rarement la grosseur de la tête d'un homme, sont implantées de distance en distance au milieu de la masse altérée, et elles sont enveloppées de matières friables qui dessinent des zones concentriques autour de chaque noyau. Ces zones finissent par se joindre et représentent une espèce de mosaïque d'un très grand effet. Ce sont principalement les parties qui sont en voie de décomposition progressive qui fournissent ces sables jaunâtres et vitreux à nombreuses paillettes de fer oligiste : un aimant promené à leur surface se charge tout à coup à ses extrémités d'une quantité considérable de particules noirâtres, que j'ai reconnues pour être du fer titané. Lorsque les dolérites sont à leur première période d'altération, mais que les éléments constituants conservent encore leur cohérence, elles laissent distinguer très nettement au milieu du pyroxène vitreux le labrador dont les faces miroitantes et effilées trahissent la structure et le clivage. C'est dans ces mêmes régions que j'ai rencontré, mais hors de place, un bloc très volumineux de pyroxène grenu verdâtre qui constitue une lherzolite que l'on croirait provenir des Pyrénées. Ces tufs des environs de Cabanes en contiennent aussi quelques fragments; mais il ne m'a jamais été possible de découvrir les points d'où ils ont été détachés.

Les roches que nous venons de décrire forment à proprement parler les matériaux de l'éruption basaltique et occupent une surface carrée de neuf kilomètres environ. Il n'existe aucun cratère qui montre bien clairement l'orifice par lequel se sont écoulées les laves et surtout les laves poreuses, dont la traînée principale se dirige vers le château de Beaulieu. Seulement vers le sommet du coteau, on observe quelques buttes coniques qui par la contexture des roches qui les forment semblent indiquer que le basalte est arrivé à l'état pâteux, et que l'affaissement de la matière, lorsqu'elle était encore fluide, s'est déterminé suivant la pente de la montagne, c'est-à-dire du N.-E. au S.-O.; à quelque distance de ces buttes et comme s'ils se fussent échappés par de simples fissures, apparaissent quelques filons de basaltes poreux et boursouflés dont la structure atteste l'influence des gaz pendant la période d'activité. Bien qu'ils s'agrandissent sensiblement à mesure qu'ils s'éloignent des points de départ, ils représentent moins les traces d'une véritable couche que la partie supérieure du bain en fusion qui, à raison de la plus grande légèreté occasionnée par la présence du gaz, aura flotté au-dessus de la masse et aura suivi les pentes du terrain. Ces basaltes poreux sont remarquables autant par leur aspect scoriacé que par les jolies variétés qui résultent de l'introduction du carbonate de chaux qui a cristallisé dans les vacuoles. Ils supportent vers le mont Clotilde, comme l'indique la fig. 12, une

brèche composée de fragments anguleux des diverses variétés de roches qui constituent le cône, parmi lesquels il n'est pas rare d'observer des fragments empâtés du calcaire lacustre à travers lequel le basalte s'est ouvert un passage. Ce qu'il y a de surprenant, c'est que ces calcaires n'ont subi en général aucune altération, bien que leur empâtement se soit effectué au moment même où le basalte était encore incandescent, comme on peut s'en convaincre par l'adhérence qui unit ces produits d'une nature si opposée. En suivant le prolongement du système bréchiforme dans le fossé qui sert à l'écoulement des eaux pluviales, on observe sa superposition immédiate au-dessus d'un basalte qui se délite en feuillets concentriques excessivement minces, dont la disposition reproduit pour ainsi dire l'arrangement des diverses tuniques qui composent le bulbe de certaines plantes.

La nature ne dévoile-t-elle pas dans la succession de ces divers phénomènes les secrets de la marche qu'elle a suivie dans l'arrangement respectif des parties constituantes du volcan ? Après la sortie du basalte compacte, les portions scorifiées en s'épanchant vers le château de Beaulieu auront balayé les fragments qui se trouvaient sur leur trajet en les confondant avec les débris de calcaire lacustre qui, déjà consolidés au moment de l'éruption, furent arrachés à leur gisement et auront formé à la base du cône ce bourrelet curieux de brèches que nous avons signalé. Or, comme cette opération se consommait dans le lac tertiaire qui déposait alors les couches supérieures de l'étage gypseux, la sédimentation, troublée un instant par l'arrivée du basalte, reprit bientôt après son cours ordinaire, et encroûta à son tour tous les points du cône qui purent être atteints en emprisonnant dans les calcaires des fragments basaltiques. Le mont Clotilde prouve jusqu'à l'évidence l'exactitude de nos inductions ; car on y voit clairement le calcaire à potamides se confondre d'un côté sans solution de continuité avec les mêmes couches qui composent la chaîne de la Trévaresse, le plateau de Puyricard, et par conséquent le système supérieur des gypses d'Aix, et de l'autre côté reposer sur la formation basaltique à laquelle il se lie par l'intermédiaire des brèches. Aussi les lignes de contact sont très bien accusées par une espèce de conglomérat dans lequel des fragments de basalte à angles très vifs sont plongés dans une pâte calcaire qui domine graduellement à mesure qu'on s'élève et qui finit bientôt par se dépouiller entièrement de ce produit étranger. Il ne sera pas sans intérêt, je pense, de connaître l'opinion de Saussure sur la théorie de ce fait.

« Ce qui me parut remarquable, dit ce célèbre géologue, ce sont des morceaux » mélangés de lave poreuse violette et de pierre calcaire blanche compacte. On » voit là des fragments de lave entièrement enveloppée par la matière calcaire et » isolés au milieu d'elle : quelques uns de ces fragments sont extrêmement » anguleux, avec les pointes aiguës et des angles rentrants. Cependant la pierre » calcaire les embrasse de toutes parts et remplit toutes leurs cavités extérieures. » Il faut donc nécessairement que ces morceaux de laves soient survenus pendant

» la formation de la pierre calcaire et qu'ils aient été déposés dans un temps où » celle ci était encore assez molle pour se mouler sur leur forme et pourtant » assez ferme pour qu'ils y demeurassent suspendus sans gagner le fond. »

Faujas de Saint-Fond, qui ne s'en tient pas à cette description si exacte, ajoute une observation à celles du savant naturaliste de Genève, et pense que l'inspection de tant de laves implantées, pour ainsi dire, à une grande profondeur, au milieu du calcaire dur et compacte, ne permet pas de douter que le volcan de Beaulieu ne fût sous-marin et que les laves compactes et poreuses que ce volcan lançait dans ses moments d'éruption ne tombassent dans un fond mou et vaseux formé de matières calcaires qui ont acquis par la suite la consistance et la dureté qu'elles ont.

Si au mont Clotilde le calcaire lacustre repose directement sur le basalte ou du moins sur les brèches que recouvre la base du cône, sur d'autres points et notamment dans les environs du château de Cabanes, il en est séparé par des couches variables de tufs noirâtres qui atteignent quelquefois la puissance de 10 à 15 mètres et qui proviennent du mélange de matières arrachées au basalte avec des matières argileuses ou boueuses qui semblent avoir été le fond du lac à travers lequel la roche ignée éclata. Ces tuffas, généralement très friables, acquièrent quelquefois une solidité assez grande et laissent apercevoir la nature des éléments bréchiformes qui ont concouru à leur composition. On y distingue des fragments anguleux de calcaire lacustre dont la plupart sont devenus saccharoïdes en offrant dans leurs contours une teinte noirâtre qui semble provenir du fer qui y aurait été introduit par voie de cémentation. Le centre est demeuré très blanc. Lorsque les fragments acquièrent un volume plus considérable, 4 à 5 centimètres de diamètre, on dirait que l'action métamorphique n'avait pas assez d'énergie pour opérer une transmutation complète, car on voit que le centre s'est conservé simple calcaire lacustre compacte, tandis que les bords jusqu'à une certaine distance sont devenus calcaires grenus. C'est peut-être le plus joli exemple en petit que puisse offrir la nature pour dévoiler la progression du changement de structure qu'elle a opéré au moyen des agents plutoniques et pour trahir les secrets d'une transformation dont d'autres terrains présentent les traces sur une si vaste échelle. La modification du calcaire n'a pas été le seul fait produit par l'action du basalte sur les roches soumises à son influence : elle a de plus déterminé au sein des tufs la formation de nombreux cristaux de mica hexagonal noir d'une très grande dimension et d'un minéral également noir cristallisé en prismes, qui m'a paru appartenir au pyroxène ou à l'amphibole.

Ainsi que le démontrent les détails qui précèdent, le volcan s'est fait jour à travers un système de couches lacustres et pendant la période même de leur précipitation. Les premiers dépôts qui s'effectuèrent après le surgissement du basalte au dessus du niveau du lac furent formés aux dépens des argiles et

des débris qui furent arrachés à la roche ignée elle-même, débris qui se stratifièrent autour du cône sous forme de tufs et de brèches et dont quelques uns furent saisis et empâtés lors de la précipitation du calcaire qui seul domine dans les parties supérieures.

Cette induction, disons mieux, cette théorie n'est point hypothétique. Son exactitude est confirmée par les conséquences qui découlent naturellement de l'examen des couches dont la sédimentation est postérieure à l'éruption basaltique. Dans plusieurs de nos écrits nous avons démontré, contrairement à l'opinion de plusieurs géologues, que l'étage gypsifère dans le département des Bouches-du-Rhône était antérieur à la mollasse : la discordance flagrante qui existe entre ces deux formations, dont l'une est lacustre et l'autre marine, commande cette séparation. Ce principe une fois posé, on conçoit que si la mollasse apparaît dans les environs de Beaulieu, elle doit reposer transgressivement et sur les calcaires lacustres et sur les tufs basaltiques : or, c'est justement ce qui se réalise dans le N.-O. du mont Clotilde, où l'on saisit la superposition discordante aux calcaires marneux et aux tufs basaltiques Q d'une espèce de roche conglomérée et bréchiforme O, composée de fragments de calcaires blanchâtres et de basaltes reliés par un ciment spathique. On serait tenté de prendre ce produit pour un vrai tuf basaltique analogue à celui de Cabanes, si un examen attentif, en y faisant découvrir la présence de grandes huîtres et d'autres coquilles marines, ne nous éclairait sur son origine et ne prouvait qu'après le soulèvement de l'état gypseux et des tufs, la mer tertiaire avait envahi les bases du volcan éteint, lesquelles, soumises à l'érosion des vagues, contribuèrent à former, conjointement avec les roches voisines, le contingent des matériaux dont la brèche marine du mont Clotilde est composée.

Cette succession de terrains et leur superposition fournissent des données précieuses pour la détermination exacte de l'âge du basalte de Beaulieu. Cet âge se trouve nécessairement compris entre le dépôt des couches inférieures du calcaire gypsifère et le dépôt des couches supérieures du même système. Or, comme les unes et les autres appartiennent à l'étage inférieur du terrain tertiaire du midi de la France, nous pouvons conclure avec certitude que le volcan de Beaulieu a éclaté dans la période géologique pendant laquelle se précipitait dans un vaste lac cette immense quantité de couches qui renferment les poissons, les insectes, les palmiers et les coquilles qui ont rendu les gisements d'Aix si justement célèbres.

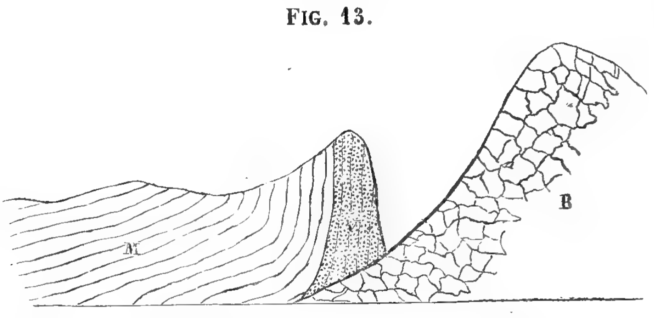
Le volcan de Beaulieu, dont nous venons d'esquisser rapidement la physionomie, présente d'autant plus d'intérêt à l'observateur, qu'on tenterait vainement, dans l'examen des autres buttes basaltiques du Var, de déterminer l'âge précis de leur éruption, puisqu'elles surgirent au milieu de terrains anciens émergés depuis longtemps. Aussi le fait même de leur position dans des formations secondaires et primaires enlève tout moyen direct d'arriver à une appré-

ciation rigoureuse ; mais leur contemporanéité avec celle de Beaulieu ne saurait être douteuse, vu leur voisinage et l'identité de leur composition minéralogique.

On a constaté dans le département du Var sept gisements basaltiques, à Rougiers, à Tourves, à Ollioules, au Revest, à Saint-Nazaire, à la Molle et à Cogolin. Ceux de Rougiers et de Saint Nazaire sont enclavés dans le trias ; ceux d'Ollioules, de Tourves et du Revest dans le calcaire néocomien, et ceux de la Molle et de Cogolin dans les schistes cristallins. Pour la plupart d'entre eux nous nous contentons de les mentionner seulement, leur histoire n'offrant aucune particularité digne d'être signalée : ainsi les gisements de Tourves, d'Ollioules, de Saint-Nazaire, de Cogolin et du Revest ne constituent que de simples cônes d'un basalte noirâtre plus ou moins altéré à la surface. Il n'en est pas de même de ceux de Rougiers et de la Molle qui présentent quelques faits qui doivent trouver place dans notre travail.

L'existence d'un volcan éteint à Rougiers fut ignorée jusqu'en 1786, époque où M. Pontier, le même qui découvrit le fer chromaté dans les serpentines des Quarrades, en fit l'objet d'une notice dans laquelle ce naturaliste l'envisagea sous le point de vue de son influence sur la végétation (1). Il est situé au milieu d'un bassin irrégulier formé par les prolongements de la chaîne des montagnes de la Sainte-Baume. Il constitue, à peu de distance de Rougiers, un coteau isolé, connu sous le nom de Polinier, plus élevé que les coteaux environnants et se terminant presque en pointe. L'aspect ferrugineux des roches qui le composent, la végétation vigoureuse qui le recouvre contrastent d'une manière frappante avec la teinte grise des terrains voisins et avec l'inégalité des cultures qui languissent çà et là au milieu des cargneules du muschelkalk. L'inclinaison des couches calcaires à *encrinites liliiformis, avicula socialis, ostrea flabelloides, terebratula vulgaris*, assez faible du côté de Rougiers, se redresse brusquement

Fig. 13.



B. Basalte. — M. Muschelkalk. — V. Grès bigarré.

dans les alentours du basalte où elle se montre sous un angle de 80° environ. Grâce à cette inflexion subite, le grès bigarré, recouvert partout ailleurs, affleure

(1) *Mémoires de l'Académie royale d'Aix*, 1819.

à la base du cône et constitue avec le muschelkalk un escarpement presque vertical qui, sous forme de bourrelet circulaire, suit les contours de la roche ignée dont il semble interdire l'accès. Du haut de cette terrasse naturelle, le coteau de Polinier ressemble assez à un camp retranché que l'on aurait détaché des terrains environnants par un fossé de circonvallation et par des palissades.

Le premier accident qui frappe le regard est la grande accumulation de blocs arrondis qui, descendus des flancs du coteau, ont obstrué le petit vallon ouvert à la séparation des deux terrains. On serait tenté de considérer ces fragments accumulés comme le produit de courants torrentiels; mais en examinant de plus près la structure de la butte basaltique, on se convainc que leurs formes sont dues à une décomposition en boules communes à presque toutes les roches ignées. Les parties les plus résistantes sont engagées au milieu des matières meubles, puis, entraînées par leur propre poids, elles roulent en suivant la proclivité des pentes, tandis que la surface du coteau retient les débris argileux et arénacés qui composent une excellente terre végétale. Dans les points où l'inclinaison du plan s'oppose à la course des blocs arrondis, ceux-ci s'enfoncent dans la terre ferrugineuse qui, entamée ensuite par les eaux, se crevasse en ravines, dans lesquelles on croirait apercevoir les vestiges de véritables débâcles.

C'est au milieu de ces terrains meubles que l'on observe de petits filons de talc feuilleté verdâtre, formés à la manière du gypse fibreux dans les argiles, et qui proviennent visiblement par voie de réaction chimique d'une combinaison nouvelle des éléments des basaltes. Nous avons eu occasion de rapporter ailleurs (1) un autre exemple d'un phénomène analogue.

Sous le rapport de la composition, le basalte de Rougiers ne m'a offert aucune particularité remarquable. C'est une roche noirâtre ou rouge foncé, compacte, parsemée de petits nids de péridots vitreux. Je dois mentionner cependant l'existence de petits cristaux octaédriques et dodécaédriques d'aimant qui tapissent les scissures d'un basalte schistoïde. La masse arriva, suivant toute probabilité à l'état pâteux, et s'établit sous forme de dôme, à la manière de certains trachytes.

Si sous le point de vue minéralogique, cette localité offre peu d'intérêt, il n'en est point de même sous celui des déductions théoriques auxquelles conduit son étude. La disposition circulaire du grès bigarré et du muschelkalk indique de la manière la plus frappante et la plus incontestable que les causes auxquelles la butte du Polinier doit son origine et les alentours leur configuration eurent à vaincre l'obstacle que leur opposaient les couches sédimentaires qui sont aujourd'hui disloquées, et que la violence du phénomène éruptif a redressées jusqu'à la verticale, en laissant un vide vers les charnières de rupture. Elles ont donné naissance, en un mot, à un cratère de soulèvement des mieux caractérisés.

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, tome XII, page 331.

Ainsi les recherches importantes de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont dans les groupes du Cantal et du Mont-d'Or puisent un nouveau degré de démonstration dans les faits exprimés par le volcan basaltique de Rougiers.

Cette circonstance du redressement subit des couches et de leur brusque interruption n'avait point échappé à la sagacité de M. Pontier, dont l'opinion, émise à une époque (1786) où les cratères de soulèvement n'étaient pas même connus de nom, ne saurait être accusée de partialité.

Voici ce qu'il écrivait à ce sujet :

« Le volcan de Polinier a pris naissance dans le lieu même où on le trouve : la » forme arrondie et conique de ce coteau pareille à celle du pays d'Auvergne, qui » domine sur tous les autres par son élévation, la direction variée des couches » calcaires des coteaux nombreux qui forment cette vallée, la cohérence des cou- » ches, quoique recouvertes de pierres détachées, l'interruption des bancs cal- » caires du côté de l'est, le soulèvement de ceux de l'ouest, pour prendre une di- » rection presque verticale et opposée à celle du précédent, *comme si la lave » s'était fait jour au milieu d'eux*, le plus grand amas de laves dans la partie qui » paraît avoir éprouvé le moins de résistance dans le temps de l'éruption, tout » annonce que c'est ici une de ces élévations par éruption qui a eu lieu sur place, » analogue à celle qui se forma jadis à Monte-Nuovo. »

A cette preuve tirée de l'observation des masses s'ajoute une considération d'un autre ordre qui corrobore notre première induction et met en évidence l'influence de l'action volcanique, au moment où le basalte vint au jour. Je veux parler de la dolomisation d'une couche calcaire appartenant au muschelkalk qui a été saisie par le basalte. Le lieu de sa provenance est indiqué par quelques fragments hors de place que l'on trouve mêlés avec des fragments basaltiques au pied d'une ravine profonde située en face de l'escarpement dont nous avons parlé. En remontant la gorge étroite de cette ravine, on découvre, à une centaine de mètres environ, le banc d'où proviennent les débris. Son épaisseur ne dépasse guère 15 à 20 centimètres. Ce calcaire est blanchâtre, mais obscurci par des taches ferrugineuses, et il présente une texture grossièrement saccharoïde. Outre ce changement, on observe vers les points de contact avec les basaltes du fer oxydulé en cristaux octaédriques et dodécaédriques engagé dans le calcaire même ou bien logé dans les plans de jonction, de manière que cette substance se retrouve également et dans la roche modifiante et dans la roche modifiée.

Les environs de la Molle et de Cogolin comptent quelques volcans éteints dont les plus curieux sont ceux de Mallevieille et de la Magdeleine. On reconnaît jusqu'à sept cônes principaux dans ce système limité, séparés les uns des autres par les micaschistes, mais formant indubitablement dans la profondeur une masse unique. La rivière de la Molle est dominée d'une manière très hardie par l'îlot basaltique de la *Bauduffle* (toupie), qui doit son nom à sa forme conique bien prononcée. Les pentes orientales du côté du Jas-d'Œuf s'abaissent en escarpements

tellement droits, qu'elles deviennent inaccessibles; mais un sentier, pratiqué dans le gneiss, conduit sans peine du château de la Molle au quartier de Mallevieille, et permet d'atteindre les divers cônes basaltiques. Celui de la Baudufle est sans contredit le plus curieux; sa sommité, légèrement tronquée, présente une dépression circulaire cratériforme surmontée, dans les trois quarts de sa circonférence, par un bourrelet plus solide qui se dresse en forme de parapet. Vers le nord, en face de la Magdeleine, ce parapet est interrompu brusquement par une échancrure, seul passage qui conduise dans la dépression, à moins qu'on n'y parvienne par escalade. C'est un véritable cratère égueulé qui, suivant toute vraisemblance, doit sa configuration aux grands courants de laves poreuses dont est composé le plateau que dominent à ses deux extrémités les cônes de la Baudufle et de la Magdeleine.

Le basalte de la Baudufle est très homogène dans son grain, et il se divise en une multitude de prismes connus dans la contrée sous le nom de *Quilles*. Ce sont généralement des pyramides trièdres qui, accolées deux à deux, forment des parallélipipèdes réguliers de toutes les dimensions. Le choc subdivise chacune de ces pyramides en d'autres pyramides semblables plus petites, de sorte qu'on peut avec cet élément, je dirais presque géométrique, construire toutes sortes de solides. On observe parfois des prismes à quatre faces, mais la percussion les sépare constamment en deux pyramides égales, comme si ce parallélipipède était déjà coupé suivant un plan mené dans le sens des diagonales.

En se rendant de la Baudufle à l'ancien prieuré de la Magdeleine, on aperçoit au milieu des champs de grandes masses isolées de basalte qui ressemblent à des pans de murs ruinés d'anciens châteaux. Elles sont remarquables par leur division en tables minces qui leur donnent l'apparence d'un véritable dépôt stratifié. Ces accidents de fausse stratification affectent toutes les formes particulières aux couches sédimentaires, et ils montrent le basalte divisé tantôt en lits plans et réguliers, tantôt en bancs ondulés et plissés. Au-dessus de la campagne de Pélassi, le basalte tubulaire dessine un promontoire abrupt au-dessus du vallon de Mallevieille. Sa solidité et sa position au milieu des laves boursouflées montrent dans ces masses des restes de dykes qui, ayant résisté aux attaques des agents atmosphériques plus que les roches environnantes, constituent aujourd'hui ces murailles isolées que la verticalité de leurs parois rend tout à fait inaccessibles.

Ajoutons en terminant ce chapitre, qu'il n'est pas rare de rencontrer dans les basaltes de la Magdeleine des fragments anguleux de gneiss dont les bords ont subi une espèce de demi-fusion, tandis que leur intérieur laisse distinguer très nettement le mica et le feldspath non décomposés, et que ces fragments ont été portés à un niveau bien supérieur à celui qu'occupent actuellement les masses dont ils ont été arrachés.

Notre tâche est accomplie. Nous pensons que la multiplicité des faits que nous avons exposés dans ce Mémoire, et dont le tableau suivant présente un résumé

succinct, aura justifié les promesses du programme indiqué dans notre introduction, et dévoilé en même temps l'importance scientifique de la bande littorale du département du Var.

DÉSIGNATION DES TERRAINS.		ROCHES IGNÉES CONTEMPORAINES	SUBSTANCES QUI SE RATTACHENT A LA SORTIE DES ROCHES IGNÉES.	LOCALITÉS.
Schistes cristallins.		Granite. Serpentine ?	Filons quartzeux.	Chaîne des Maures et de l'Estérel.
Terrain houiller.		»	»	Estérel, Collobrières, Toulon.
Trias	grès bigarré. muschelkalk. marnes irisées.	Porphyre rouge. Mélaphyre.	Filons métallifères (cuivre gris et pyriteux, blende, galène, stibine), filons avec barytine et fluorine.	Les Fourneaux, Esclans, Cogolin, etc.
			Gypse. Dolomie.	Montserrat, Cuers, Barjol.
Terrain jurassique.		Mélaphyre (dans les Alpes.)	Filons de galène avec barytine. Dolomie. Gypse.	Saint-Geniez, Auribeau. Castellane. Digne.
Entre la craie et le terrain tertiaire.		Porphyre bleu quartzifère.	Filons d'aimant. Dolomie.	Boulouris, Gardevieille.
		Trachyte.	»	Antibes, Villeneuve, Biot.
Terrain tertiaire.	lacustre inférieur.	Basalte.	Dolomie.	Aix (Beaulieu), Rougiers, Tourves, Ollioules, le Revest, Saint-Nazaire, la Molle, Cogolin.
	marin.	»	»	Vence, Biot.
	supérieur.	»	»	Villeneuve, Vallée du Loup.

Explication des coupes qui accompagnent la Carte géologique.

La figure 1 représente les grès bigarrés V', antérieurs au porphyre quartzifère P, et le grès bigarré V, avec conglomérats porphyriques X, postérieur à ce même porphyre. — A, schistes cristallins. — Coupe transversale de l'Estérel par San Peire et Artuby.

La figure 2 indique les rapports réciproques des conglomérats du grès bigarré X, du porphyre quartzifère P et du mélaphyre M. — P, porphyre quartzifère recouvert par le conglomérat X et le grès bigarré V. — V, grès bigarré recouvert par le mélaphyre M. — XZ, conglomérat avec mélaphyre appartenant au grès bigarré. — Coupe oblique de l'Estérel par la Gardiole, Fréjus et Notre-Dame de Saint-Raphaël.

Figure 3. M, mélaphyre variolitique du Deffent, recouvert par le grès bigarré V, lequel, vers Saint-Raphaël, est traversé par un dyke de mélaphyre amygdalaire M. Le grès bigarré, sur le bord de la mer, renferme des cailloux de mélaphyre et de porphyre rouge.

La figure 4 représente, entre Saint-Raphaël et Agay, le grès bigarré V', dont la partie inférieure, dépouillée de mélaphyre et de porphyre rouge, est antérieure à l'apparition de ces deux roches, tandis que la portion supérieure renferme ces mêmes roches à l'état roulé.

Figure 5. Mélaphyre amygdalaire en filons de quelques décimètres au milieu du granite porphyroïde du Plan de la Tour.

Figure 6. Porphyre bleu quartzifère C, coupant le mélaphyre M et les conglomérats mélaphyriques Z. Mélaphyre englobant le grès bigarré V. — Coupe prise sur les bords de la mer près du poste des douaniers de Boulouris, dans la direction de la tour de Darmont.

La figure 7 est une coupe suivant AB, et d'après l'échelle de la carte, montrant le profil de l'Estérel et les rapports des formations primitives A, du terrain houiller H, du porphyre rouge P, du mélaphyre M et des grès bigarrés V.

VI.

DESCRIPTION

DES

FOSSILES DU GROUPE NUMMULITIQUE

RECUEILLIS

PAR M. S.-P. PRATT ET M. J. DELBOS AUX ENVIRONS DE BAYONNE ET DE DAX,

PAR

M. A. D'ARCHIAC.

PRÉSENTÉE A LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE LE 7 JUIN 1847 (1).

INTRODUCTION.

M. S.-P. Pratt ayant bien voulu nous adresser les fossiles qu'il avait, à diverses reprises, recueillis dans les falaises de Biaritz, localité sur laquelle il a donné lui-même une notice géologique (2), et M. J. Delbos nous ayant également communiqué les échantillons résultant de ses études sur les couches correspondantes de l'arrondissement de Dax, nous nous sommes occupé d'un travail destiné à faire suite à celui que nous avions déjà publié avec les matériaux rassemblés par M. Thorent, et provenant aussi des environs de Bayonne (3).

La collection de M. Pratt, la plus complète que nous ayons encore vue des couches nummulitiques de Biaritz, renferme 188 espèces dont 68 sont nouvelles, et elle confirme ce que nous savions de l'abondance et de la variété des petits polypiers sur ce point. Elle fait voir, en outre, que les mollusques gastéropodes, sans atteindre le développement des acéphales, y sont cependant plus communs que nous ne l'avions pensé d'abord.

M. Delbos a décrit les couches à Nummulites des environs de Dax et de Saint-Sever (4), situées à 15 et 20 lieues au nord-est des précédentes, et si ses recherches n'ont pas fait connaître une aussi grande quantité d'espèces, celles qu'il a réunies sont intéressantes à d'autres égards. L'auteur a établi, dans la série de ces couches, des divisions qui n'avaient pu être tracées d'une manière aussi précise à l'ouest de Bayonne, et la distribution dans ses trois étages des 40 espèces que nous avons déterminées fait voir que les crustacés, les Térébratules et les ostracées dominent presque exclusivement dans l'étage inférieur, et les Nummu-

(1) *Bulletin*, 2e série, vol. IV, p. 1006, 1847.

(2) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 157, 1843. — Traduction française, *Mém. de la Société géologique*, 2e série, vol. II, p. 185, 1846.

(3) *Mém. de la Société géologique*, 2e série, vol. II, p. 189, 1846.

(4) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, vol. IV, p. 712, 1847.

lites dans le supérieur. Les radiaires échinodermes se montrent dans les trois étages, mais plus particulièrement dans le second. Quant aux polypiers et aux gastéropodes, ils paraissent être fort rares partout.

Si l'on compare cette faune à la précédente, on voit d'abord qu'il n'y a que 20 espèces environ qui soient communes aux deux localités, et ensuite que les polypiers, dont nous connaissons 71 espèces dans les roches de Biaritz, sont réduits à 4 ou 5 autour de Dax et de Montfort. Les Nummulites sont aussi nombreuses d'un côté que de l'autre. De 12 espèces que nous avons citées, 5 sont également abondantes des deux parts. Les ostracées, suivant un développement inverse de celui des polypiers, sont infiniment plus nombreuses et plus variées au nord-est qu'au sud-ouest, et l'on vient de dire que les gastéropodes, très rares dans la première localité, étaient assez répandus dans la seconde.

La grande quantité des échantillons recueillis par M. Delbos permet de juger de la proportion relative des individus et des genres dans cette partie du bassin de l'Adour, et d'apprécier les différences essentielles de ces deux faunes contemporaines et voisines. Si l'on cherche, en outre, à appliquer aux côtes situées à l'ouest de Bayonne les divisions proposées pour les environs de Dax, on trouvera que les couches nummulitiques du phare de Biaritz et de la Chambre d'Amour, qui disparaissent au N., sous les dunes, et se prolongent au S. jusqu'au Vieux-Port, comme l'a établi M. Thorent (1), représentent le premier étage de M. Delbos. Celles qui leur succèdent, en se relevant du Vieux-Port aux rochers du Goulet, appartiennent probablement au second, et, au delà du ruisseau qui débouche près de ces rochers jusqu'à celui du moulin Sopite, on atteint des calcaires marneux, bleuâtres et grisâtres, puis des calcaires sableux, jaunâtres, avec les Térébratules, les ostracées et les crustacés de l'étage inférieur.

En rassemblant tous les éléments acquis jusqu'à présent à la science sur cette faune nummulitique du bassin inférieur de l'Adour, nous trouverons un total de 303 espèces (2), dont 54 qui n'ont pu être déterminées spécifiquement, à cause du mauvais état des échantillons, peuvent être regardées cependant, pour la plupart, comme propres à ce pays. Des 249 espèces déterminées, les seules que nous considérerons ici, 139 ou plus de la moitié, n'ont encore été rencontrées que dans ce bassin ; 11 ou 1/23 se retrouvent dans les couches nummulitiques des Corbières et de la montagne Noire (Aude); 34 ou 1/7 dans d'autres gisements du groupe nummulitique, soit d'Europe, soit d'Asie; 55 ou un peu plus de 1/5 dans la formation tertiaire inférieure du nord-ouest de l'Europe; 23 ou 1/11 dans les formations moyenne et supérieure; 4 dans la formation crétacée (une petite Térébratule et trois Huîtres appartenant à l'étage inférieur qui repose sur la craie);

(1) *Mémoire sur la constitution géologique des environs de Bayonne* (*Mém. de la soc. géol.*, 2e série, vol. I, p. 181, 1846).

(2) Voyez le *Tableau général des fossiles* et le *Résumé* ci-après (p. 449). Ces chiffres diffèrent de ceux que nous avons donnés dans le *Bulletin* (2e série, vol. IV, p. 1006, 1847), à cause des échantillons qui nous sont parvenus depuis, et dont nous avons dû tenir compte.

enfin 29 dont le rapprochement et l'identité avec des espèces tertiaires connues nous laissent encore des doutes.

Nous sommes ainsi conduit à mettre cette faune en parallèle avec celle de la formation tertiaire inférieure; mais ne perdons pas de vue que, dans le sud-ouest, les recherches n'ont encore été dirigées que sur un petit nombre de points, tandis que la surface, incomparablement plus grande du terrain tertiaire du nord, a été étudiée avec beaucoup de soin depuis quarante ans.

Nous connaissons déjà 71 espèces de polypiers provenant des falaises seules de Biaritz; c'est précisément le nombre que nous ont offert les dépôts tertiaires réunis du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre. Dans l'un ni dans l'autre de ces bassins, les polypiers ne formaient de récifs; mais on doit reconnaître que, dans celui de la Seine en particulier, qui est de beaucoup le plus riche en corps organisés fossiles, le développement de certain genre, comme les Astrées, semble y indiquer des circonstances plus favorables qu'au sud-ouest, où toutes les espèces, fort petites, annonceraient une température moins élevée. Les Nummulites présentent 3 ou 4 espèces communes; mais le nombre des espèces est de plus du double au sud-ouest, et les formes, comme les dimensions, en sont infiniment plus variées, sans que l'abondance des individus y soit moins extraordinaire. Les échinodermes ne nous offrent aucune espèce commune, et un tiers même des genres ne se trouve qu'au sud-ouest, où les espèces, à l'inverse des polypiers, atteignent, en général, de beaucoup plus grandes dimensions. Les annélides, très variées dans le bassin de l'Adour, ne paraissent pas non plus avoir d'analogues dans le nord. Les mollusques conchifères, dont nous avons constaté que le quart au moins des espèces étaient communes, de même que les gastéropodes, se trouvent, relativement à ces derniers, dans des rapports numériques inverses au nord et au sud; car, dans les deux arrondissements de Dax et de Bayonne, ceux-ci atteignent seulement les 2/3 du nombre des acéphales.

Une nouvelle comparaison de la faune nummulitique, prise aux deux extrémités du versant septentrional des Pyrénées montre aussi que les fossiles recueillis par MM. Pratt et Delbos viennent à l'appui des conclusions que nous avions déduites de l'examen de la collection de M. Thorent et les rendent même plus frappantes encore. Il existe ainsi des différences zoologiques beaucoup plus prononcées entre les couches nummulitiques des Corbières et de la montagne Noire, telles qu'elles ont été décrites et comprises par M. Leymerie (1), et celles des environs de Dax et de Bayonne, placées sous le même parallèle, qu'entre ces dernières et la faune tertiaire du nord, situées sous des latitudes qui diffèrent de 5 et 7 degrés. On pourrait donc présumer qu'il existait à cette époque, entre le plateau central de la France et les Pyrénées, une banquette sous-marine, ou peut-être un isthme étroit qui rendait incomplète, ou interceptait même tout à fait la communication directe des eaux de l'ouest avec celles de l'est, formant ainsi deux golfes pro-

(1) *Mémoires de la Société géologique*, 2[e] série, vol. I, p. 337, 1846.

fonds au lieu d'un détroit ou d'un bras de mer. Peut-être cette barrière nous est-elle encore indiquée, sur le prolongement de la montagne Noire, par la ligne de partage sinueuse et largement arquée à l'O. des eaux qui se rendent à l'Océan et de celles qui se jettent plus directement dans la Méditerranée.

Dans une communication récente, sujet du Mémoire qui suit immédiatement le nôtre dans le présent volume, M. Alex. Rouault (1) a fait connaître un gisement de fossiles du groupe nummulitique à Bos-d'Arros, près de Pau, à 20 lieues environ à l'est de Biaritz. L'auteur y justifie complétement ce que nous venons de dire sur le peu de rapport des faunes orientale et occidentale du versant nord des Pyrénées, et sur la grande analogie, au contraire, de cette dernière avec la faune tertiaire inférieure du nord de la France. Mais là cesse la ressemblance; car il n'y a qu'un petit nombre d'espèces qui soient communes aux environs de Pau et de Biaritz. Dans la première de ces localités, il y a peu de polypiers, peu d'annélides, peu ou point d'échinodermes ; tandis que la prédominance des gastéropodes sur les acéphales y est plus prononcée peut-être que dans les formations tertiaires proprement dites.

Ainsi, considéré dans son ensemble, le groupe nummulitique de la région naturelle, comprise dans le bassin de l'Adour, nous offre déjà plus de 400 espèces de corps organisés, c'est-à-dire beaucoup plus qu'aucun des pays connus jusqu'à présent et occupés par des dépôts du même âge; mais les différences que ces associations de fossiles présentent sur les trois principaux points observés montrent que des circonstances bien variées ont dû présider à la formation des sédiments qui les renferment.

Depuis la lecture de notre Mémoire, de nombreux documents sur la faune de cette période, tant en Europe qu'en Asie, nous ont été communiqués, avec une grande bienveillance, par plusieurs géologues; et, quoique ce ne soit pas ici le lieu d'en parler, nous devons dire cependant que nous nous sommes empressé d'en profiter pour compléter autant que possible la description des fossiles des environs de Dax et de Bayonne, et surtout pour préciser l'extension horizontale des espèces qui se retrouvent dans d'autres gisements du même groupe. Ces espèces acquerront par là un intérêt plus particulier et serviront à fixer des rapports qui n'avaient pu être encore aperçus. Enfin, des recherches que nous avons commencées nous-même, dans les Alpes du Dauphiné et de la Provence, forment, avec les documents précédents, un ensemble de données qui nous a permis d'entrevoir des résultats dont nous avons déjà dit quelques mots (2) et sur lesquels nous reviendrons ailleurs plus en détail.

Ayant eu plusieurs fois occasion de traiter des fossiles du groupe nummulitique des Pyrénées occidentales, nous avons cru nécessaire, pour en faciliter l'étude, de les réunir tous à la suite de ce Mémoire dans un *Tableau général*, avec l'indication des pages, planches et figures où ils ont été mentionnés, décrits et représentés.

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, vol. V, p. 204, 1848.

(2) *Histoire des progrès de la Géologie*, vol. II, p. 1016.

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

POLYPIERS.

1. CYCLOLITES ANDIANENSIS, nov. sp., pl. VIII, fig. 1, *a*, *b*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier très déprimé, circulaire ou elliptique, garni en dessus de lamelles rayonnantes, nombreuses (50 à 55), serrées, fort inégales, tranchantes, unies au sommet et sur les faces. Dépression centrale médiocre, ronde ou elliptique et cupuliforme, assez profonde, et au milieu de laquelle se réunissent 14 ou 15 lamelles principales. Le pourtour du polypier est finement crénelé, et sa face inférieure, plane, est recouverte d'une lame mince, unie, ou ne montrant que quelques stries concentriques peu régulières et à peine distinctes. Cette plaque, qui vers ses bords laisse voir les lamelles rayonnantes qu'elle recouvre, s'épaissit vers le centre, où elle est formée de couches superposées excessivement minces, et d'une structure fibro-spongieuse, distincte seulement à l'aide d'un assez fort grossissement. Surface d'adhérence excentrique. — Diam., 15 à 17 millim.; épaisseur, 2.

Cette espèce diffère de la *C. Borsonis*, Michelin (pl. 8, fig. 4, *a*, *b*, et pl. 61, fig. 2, *a*, *b*), par sa taille, qui est beaucoup plus petite, par ses lamelles très inégales, et dont les principales, au nombre de 14 ou 15, sont plus élevées que les autres, par sa cavité médiane bien limitée et profonde, laquelle manque dans le polypier de l'Astésan, comme dans sa variété des couches à Nummulites de la Palarea. Cette dernière est en outre convexe en dessus comme en dessous, tandis que la nôtre est sensiblement plane et même sub-concave en dessous. — Biaritz.

2. CYCLOLITES LENTICULARIS, nov. sp., pl. VIII, fig. 2, *a*, *b*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier déprimé, circulaire, légèrement convexe en dessus, où l'on observe environ 20 lamelles rayonnantes, égales, entre lesquelles il y en a trois plus courtes et moins élevées. Toutes les lamelles sont très régulièrement crénelées ou granuleuses à leur sommet, et les granulations sont d'autant plus prononcées qu'elles sont plus rapprochées de la cavité centrale, profonde et infundibuliforme. Face inférieure plane ou un peu concave, recouverte d'une plaque mince, à travers laquelle s'aperçoit la base des lamelles rayonnantes, et marquée de quelques stries obsolètes concentriques. La surface d'adhérence excentrique forme un encroûtement calcaire distinct. — Diam., 8 millim.; épaisseur, 1.

Cette Cyclolite diffère de la *C. semiglobosa*, Mich. (pl. 50, fig. 1), par sa forme beaucoup plus déprimée, par sa cavité centrale et par sa plaque d'adhérence qui paraît manquer dans celle du grès vert des environs du Mans. — Biaritz.

1. TROCHOCYATHUS? ATALAYENSIS, nov. sp., pl. VIII, fig. 3, *a* (1).
(*Turbinolia atalayensis*, nob., Bull. de la Soc. géol., 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier très court, sub-cyclolitoïde, presque plane et presque lisse en dessous, où les côtes sont très peu marquées. Calice circulaire, très peu profond. Cinq cycles complets; cloisons très débor-

(1) Nous devons la description de cette espèce et de la suivante à l'obligeance de M. J. Haime, qui a employé la terminologie nouvellement proposée par M. Milne Edwards et par lui, laquelle n'était pas encore publiée lors de la présentation de notre travail en 1847.

dantes en haut et en dehors, épaisses à la muraille, amincies en dedans, inégales, quoique les secondaires diffèrent très peu des primaires. — Diam., 33 millim.; hauteur, 9.

La substance de la roche qui remplit le calice du seul exemplaire que nous connaissions n'a pas permis de saisir tous les caractères importants de cette grande et remarquable espèce. Elle semble devoir être rapportée à la section des *Trochocyathes courts*, de MM. Milne Edwards et J. Haime. Sa forme générale diffère peu de celle du *T. Michelini*, Edw. et J. Ha.; elle est seulement beaucoup plus déprimée. La *Turbinolia Michelotti*, Mich. (pl. 8, fig. 6), a des lamelles dentées et granuleuses; sa base est plane, et forme un angle obtus avec la muraille, ce qui la distingue du *Trochocyathus atalayensis*, dont la base et la muraille se confondent dans une courbe très régulière et dont la disposition des cloisons est aussi fort différente. — Biaritz.

2. TROCHOCYATHUS SUBUNDOSUS, nov. sp., pl. VIII, fig. 4, *a*.
(*Turbinolia subundata*, nob., Bull. de la Soc. géol., 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier allongé, un peu comprimé, courbé inférieurement dans le sens du petit axe du calice, et montrant en dehors des étranglements circulaires. *Côtes* assez fortes, inégales, ondulées ou en forme de crête. *Calice* elliptique. Rapport des axes 100 à 160. Cloisons au nombre de 40, un peu épaisses en dehors, serrées. *Palis* étroits. — Hauteur, 20 millim.; grand axe du calice, 13; petit axe, 8.

Cette espèce est très voisine de la *Turbinolia undulata*, Mich. (pl. 9, fig. 4, *Trochocyathus id.*, Miln. Edw. et J. Ha.); mais elle est comprimée au lieu d'être arrondie, porte 20 côtes principales au lieu de 12, et une petite au lieu de 3 entre les grandes. Les lamelles ou cloisons du calice, au nombre de 40, sont égales, tandis que dans le *T. undulatus* il y en a 12 grandes et 36 petites correspondant aussi aux côtes extérieures. Le *Trochocyathus subcristatus*, Miln. Edw. et J. Ha., offre de même un calice dont les axes sont inégaux; mais il a 12 côtes presque crêtées et des côtes latérales beaucoup plus prononcées. — Biaritz.

TURBINOLIA CALCAR, nob., *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, pl. 5, fig. 1.
(*Flabellum pyrenaicum*, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 63, fig. 2. — *Trochocyathus pyrenaicus*, Miln. Edw. et J. Ha., *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., 1848.)

Biaritz. — Annot (Basses-Alpes).

TURBINOLIA?

Fragment très incomplet, qui a quelque rapport avec la *T. sinuosa*, Alex. Brongn. (*Mém. sur le Vicentin*, pl. 6, fig. 17). — Biaritz.

CYATHINA? VERTEBRATA, nov. sp., pl. VIII, fig. 5, *a*.

Un polypier que nous avions désigné sous le nom de *Caryophyllia vertebrata* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847) paraît devoir être réuni, autant que son état incomplet permet d'en juger, au genre *Cyathina*. Il est court, adhérent, et son calice est composé de 24 lames principales, de 24 secondaires et de 48 tertiaires formant un troisième cycle. Cette espèce est très voisine soit du *Cyathina firma*, Phil. (*Beitr. zur Kennt.*, pl. 1, fig. 6; Reuss, *Die foss. Polyp.*, pl. 1, fig. 15), provenant de l'argile de Rudelsdorf, près Landskrone, qui serait de la formation tertiaire moyenne, et des marnes de Luithorst, dans le nord de l'Allemagne, rapportées à la formation supérieure; soit du *Caryophyllia pedemontana*, Mich. (*Icon. zoophy.*, pl. 9, fig. 16; *Turbinolia cyathus*, Michelotti, *Spec. zoophy. diluv.*, pl. 3, fig. 3) des environs d'Asti, de Turin et des faluns de la Touraine. — Biaritz.

LITHODENDRON GRANULOSUM, Gold., pl. 37, fig. 12, Mich., pl. 10, fig. 3; *Caryophyllia cæspitosa*, Bronn., *Leth. geogn.*, pl. 36, fig. 6; *C. reptans*, Michelotti, *Spec. zooph. diluv.*, p. 85.

Nous rapportons à cette espèce un échantillon peu complet de Biaritz et un fragment qui paraît provenir d'un très jeune individu. Le *L. granulosum* appartient aux formations tertiaires moyenne et supérieure de l'Italie.

OCULINA INCERTA, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 63, fig. 11.

On trouve quelquefois des portions du cône stellaire dégagées de l'enveloppe générale du polypier, et comme elles sont complétement libres, elles ressemblent à de petites Turbinolies. — Biaritz.

OCULINA RARISTELLA, Defr., var., pl. VIII, fig. 6, *a*.
(*Oculina compressa*, nob., *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Il est possible, comme nous l'avions d'abord pensé, que ce polypier constitue une espèce distincte de celle du calcaire grossier des environs de Paris; mais des échantillons plus complets que celui que nous connaissons seraient nécessaires pour prononcer à cet égard. Quoi qu'il en soit, cette variété diffère du type de l'espèce par sa forme irrégulièrement comprimée et flexueuse. Les cellules, placées dans une dépression longitudinale peu sensible, ne sont ni régulières, ni symétriques, ni également espacées, comme le dessin l'indique à tort. Elles sont d'ailleurs semblables à celles de la variété type, et les stries longitudinales sont tout à fait obsolètes. — Biaritz.

OCULINA RUGOSA, nov. sp., pl. VIII, fig. 7, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier branchu, faiblement comprimé. Loges stelliformes nombreuses, petites, oblongues, un peu saillantes, irrégulièrement distribuées et entourées d'un bourrelet peu prononcé, strié à son bord interne. Lamelles de l'étoile imparfaitement connues; surface couverte de granulations fines, échinulées, égales, équidistantes, formant quelquefois des lignes sinueuses, courtes et irrégulières.

Cette espèce, que l'on prendrait au premier abord pour un Madrépore, est remarquable par le nombre et la petitesse de ses cellules et des pores stellaires, comme par l'absence des stries capillaires que remplace des granulations très délicates. Elle rappelle par son aspect général l'*Astræa distans*, Leym. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. I, pl. 13, fig. 6; Mich., pl. 63, fig. 7), des couches à Nummulites des Corbières. Nous avons trouvé une espèce très voisine dans les couches correspondantes du Mont-Faudon, près de Gap. — Biaritz.

STEPHANOCÆNIA HAIMEI, nov. sp., pl. VIII, fig. 8, *a*, *b*.

Polypier court, encroûtant, à surface presque plane ou légèrement concave. Calices sub-polygonaux, très peu profonds, à bords épais, intimement soudés, ordinairement simples, quelquefois séparés par un sillon très étroit. Columelle assez grosse, régulièrement cylindrique, peu saillante. Deux cycles bien prononcés; s'il en existe un troisième, il est tout à fait rudimentaire. Cloisons minces, faiblement épaissies en dehors. Il n'y a de *palis* que devant les cloisons primaires. Ils sont un peu épais et étroits. — Grande diagonale des calices, 2 millim.

Cette espèce est jusqu'à présent la seule que l'on ait signalée dans le terrain tertiaire; celles qui ont été décrites par MM. Milne Edwards et J. Haime (*Ann. des sc. nat.*, 3e sér., vol. X, 1848), appartiennent à la formation crétacée ou à l'époque actuelle. Elle se distingue facilement des unes

et des autres par l'état rudimentaire ou l'absence d'un troisième cycle et par l'unique couronne de *palis.* — Biaritz.

LICHENOPORA SPONGIOIDES, nov. sp., pl. VIII, fig. 9, *a.*
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier déprimé, lenticulaire, fixé, encroûtant, irrégulièrement elliptique, composé d'un tissu très fin, et présentant, à sa partie supérieure, des plis allongés, divergents, arrondis, et vers le centre une dépression. Ces plis, tantôt au nombre de 12 ou de 13, sont simples, tantôt plus serrés et tranchants à leur sommet, sont bifurqués ou discontinus. — Diam., 6 millim.; hauteur, 1 millim.

Ce Lichenopore, fixé sur un *Echinolampas*, que nous devons à l'obligeance de M. Graves, diffère du *L. mediterranea* de Blainv., en ce qu'il n'est jamais pourvu d'un rebord lisse, et parce que les cellules sont complétement immergées et non tubulées. Les cellules contiguës, plus nombreuses et plus rapprochées que dans les autres espèces, donnent à l'ensemble du polypier un aspect spongieux e une surface aréolaire. Ce caractère le distingue également du *Ceriopora diadema*, Gold. (pl. 11, fig. 12), auquel il ressemble beaucoup, quoique plus étendu, plus déprimé et plus complétement adhérent. Il diffère du *Defrancia socialis*, Reuss (pl. 5, fig. 23), en ce que les étoiles semblent être constamment isolées et non réunies sur une base commune. Mais peut-être n'est-ce qu'une circonstance particulière, et le polypier du calcaire de Leytha, d'Eisenstadt (Hongrie), et de Statschan, près d'Austerlitz, ne serait-il qu'une variété du nôtre, comme il ne nous semble pas différer non plus du *L. cumulata*, Mich. (pl. 77, fig. 1), de la mollasse des Bouches-du-Rhône et des faluns de Doué. — Biaritz, Montfort.

LICHENOPORA CONJUNCTA, Mich., *Icon. zoophyt.*, pl. 63, fig. 16.
(*Ceriopora diadema*, var. Gold., pl. 37, fig. 3.)

M. Michelin a séparé avec raison ce polypier du *Ceriopora diadema*, dont M. Goldfuss le regardait comme une variété. — Biaritz. — Couches tertiaires d'Astrupp, près d'Osnabruck.

ORBITOLITES FORTISII, nov. sp., pl. VIII, fig. 10, *a*, 11, *a*, 12, *a.*

Polypier papyracé, sub-circulaire, à surfaces planes, ondulées ou flexueuses sur les bords qui sont tranchants, formé par la réunion de deux lames minces, intimement jointes et composées elles-mêmes d'un nombre variable, suivant l'âge, de couches superposées, soudées les unes aux autres et traversées par des pores perpendiculaires qui produisent dans la cassure une structure fibreuse. Les deux surfaces semblables du polypier sont très finement granuleuses ou chagrinées, et présentent des stries concentriques peu régulières et peu prononcées. Vers le centre est un tubercule ou mamelon très déprimé, souvent à peine distinct. — Diam. des individus adultes, 50 millim.; épaisseur, 1 millim.

La série des échantillons complets que nous avons comparés à divers âges et dont nous avons fait figurer plusieurs (fig. 11, *a* et 12, *a*), a présenté ces caractères d'une manière constante. Les individus jeunes, de 10 millim. de diamètre, n'ont que 1/4 de millim. d'épaisseur, mais ils sont également pourvus du tubercule central, et leurs surfaces sont granuleuses. Le plus ordinairement ces corps sont à l'état spathique, et leur structure est plus ou moins altérée. Quelques uns n'ont subi d'altérations que sur une de leurs faces; dans d'autres des frottements, en enlevant une partie des granulations, ont mis à découvert la structure poreuse de ces plaques. C'est la *Discholites nummiforme* de Fortis (*Mém. pour servir à l'hist. nat. de l'Italie*, vol. II, pl. 2, fig. A, B, C), citée à tort aux environs de Soissons, et confondue avec les *Nummulites millecaput* et autres, par cet auteur, comme par Bruguière, Bosc, de Roissy, etc. — Biaritz, Horsarrieu, étage inférieur de M. Delbos. — Vérone, Vicentin, Alpes suisses, Asie Mineure? d'après la collection de M. P. Tchihatcheff.

ORBITOLITES PAPYRACEA, nov. sp., pl. VIII, fig. 13, *a*.

Polypier plat, sub-circulaire, à surfaces légèrement convexes, quelquefois ondulées, à bords très tranchants, et dépourvu de tubercule central. L'état spathique de ce fossile rend l'observation des pores presque toujours impossible. — Diam., 10 millim.; épaisseur, 1/2 millim.

Cette espèce n'acquiert jamais de grandes dimensions. A diamètre égal, elle se distingue des individus jeunes de la précédente, par un peu plus d'épaisseur et l'absence du tubercule médian. Elle est plus mince que l'*O. submedia*, nob., et nous pensons que c'est le corps auquel M. Boubée avait donné le nom de *Nummulites papyracea*, et qui a été représenté par Fortis (*loc. cit.*, pl. 2, fig. E, F, G). — Biaritz. — Carrière de Périgagne, près de Montaut; étage inférieur ou marnes à crustacés et à Térébratules de M. Delbos. C'est probablement la même qui abonde avec la *Nummulites biaritzana*, dans la seconde assise de l'étage supérieur de Nousse et à la Barthe de Pouy. — M. Bertrand Geslin l'a trouvée à Priabona (Vicentin), et M. Viquesnel en Roumélie, entre Énos et Gumourdgina.

ORBITOLITES STELLATA, nob., pl. VIII, fig. 14.
(*Calcarina stellata*, nob., *Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. II, pl. 7, fig. 1.)

Nous avions pris à tort ce polypier pour une coquille foraminifère du genre *Calcarina*, et plus anciennement quelques portions détachées nous avaient fait penser que ce pouvait être des plaques de *Marsupites Milleri*. Beaucoup d'individus, comme on peut en juger par le nouveau dessin que nous donnons, sont pourvus de rayons plus allongés et plus distincts que dans celui qui avait d'abord été figuré. La *Discholites* à rayons, du Vicentin (Fortis, pl. 2, fig. S, T, U, V), rentre dans cette espèce. — Biaritz. — Elle existe dans les Alpes suisses, à Vérone, à Nice, et M. Viquesnel l'a trouvée en Roumélie.

ORBITOLITES SELLA, nov. sp., pl. VIII, fig. 16, *a*.

Polypier plat, sub-orbiculaire, recourbé en forme de selle, à bords tranchants, et formé de lames minces superposées et poreuses. Surfaces rugueuses et très finement ponctuées. — Diam. 13 millim.; épaisseur, 1/2 millim.

Cette espèce ne présente rien, au premier abord, qui la distingue de plusieurs autres Orbitolites; mais sa forme, que l'on pourrait croire un accident individuel, est tellement constante, non seulement dans les échantillons de Biaritz, mais encore dans ceux de beaucoup d'autres localités, que nous lui conservons le nom sous lequel nous l'avons vue étiquetée dans la collection de M. de Verneuil. Quoique peu épais, ce polypier est très solide, sans tubercule ni renflement central; il ne pourrait être confondu qu'avec l'*O. papyracea*, d'ailleurs beaucoup plus mince. — Biaritz. — Vicentin.

ORBITOLITES RADIANS, nov. sp., pl. VIII, fig. 15, *a*.

Polypier plat, papyracé, sub-circulaire, composé de lames très minces, superposées, présentant à l'intérieur de nombreuses séries concentriques de pores ou cellules régulières. Les deux faces extérieures montrent au centre un bouton nettement circonscrit, d'où divergent des rayons droits, simples ou dichotomes, de même grosseur, mais d'inégale longueur, et au nombre de 18 à 20 sur le bord. Toute la surface du polypier est couverte en outre de granulations très fines. — Diam., 12 millim.; épaisseur, 1/2 millim.

Cette espèce diffère de l'*O. stellata* par le nombre et la netteté de ses ornements, comme par sa moindre épaisseur. Le bouton central est beaucoup plus petit et mieux circonscrit; les rayons plus nombreux, sont aussi plus étroits. — Biaritz. —La Discholite de Brendola (Vicentin), représentée par

Fortis (vol. II, pl. 2, fig. X), dont de Roissy a fait la *N. radiata*, var. *a* (*Hist. nat. des Moll.*, vol. V, p. 53), est notre *O. radians.* M. Viquesnel l'a trouvée sur les bords de la mer de Marmara, dans le golfe de Saros.

ORBITOLITES SUBMEDIA, nob., *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, pl. 6, fig. 6.
O. Prattii, Mich., pl. 63, fig. 14.

Biaritz. — Bos-d'Arros, près Pau. C'est probablement la Discholite du Vicentin, représentée par Fortis (vol. II, pl. 1, fig. *j*, *k*), et la *Nummulites mamillata* de Roissy (*loc. cit.*, p. 57). Nous l'avons trouvée fort abondante avec la *Nummulina rotularius*, Desh., aux environs d'Annot (Basses-Alpes) ; elle existe à Matsee (Bavière), suivant M. Murchison. M. Bertrand Geslin l'a recueillie à Priabona, et M. Viquesnel dans la Roumélie, au nord-ouest d'Énos, et entre la Maritza et l'Arda.

DIASTOPORA THORENTI, Mich., *Icon. zooph.*, pl. 63, fig. 15.

Nous avions d'abord regardé ce polypier comme l'analogue du *Pustulopora Labati*, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 5, fig. 10, 1846), n'ayant point alors sous les yeux l'espèce décrite par M. Michelin : mais les échantillons de la collection de M. Pratt nous permettent de reconnaître que ces deux polypiers sont assez différents, quoique appartenant sans doute au même genre. Le *Diastopora Thorenti* forme des rameaux garnis aussi de cellules d'un seul côté ; mais des rameaux secondaires, également porifères, sont disposés suivant deux séries latérales quelquefois assez régulières, et les tubercules porifères de la surface sont beaucoup moins saillants, moins renflés et moins serrés que dans le polypier que nous avons décrit. — Biaritz.

DIASTOPORA LABATI (*Pustulopora Labati*, nob. *loc. cit.*, pl. 5, fig. 10, 1846).

Ce polypier nous paraît mieux placé avec les Diastopores que dans le genre Pustulopore, auquel nous l'avions rapporté. — Biaritz.

DIASTOPORA ROTULA? Reuss, *Die foss. Polyp.*, etc., pl. 7, fig. 8.

Nous rapportons avec doute à l'espèce du calcaire de Leytha, d'Eisenstadt (Hongrie), et de Kostel (Moravie), un Diastopore assez mal caractérisé, et fixé sur un *Echinolampas* de Biaritz que nous devons à M. Graves.

CERIOPORA INTRICATA, nov. sp., pl. VIII, fig. 19, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier branchu, à rameaux bifurqués, anastomosés, cylindriques, courts et criblés de pores arrondis peu réguliers, extrêmement fins et serrés, quelques uns étant un peu plus ouverts que les autres. La surface est couverte en outre de mamelons peu saillants, indépendants des pores beaucoup moins nombreux et par conséquent plus espacés. Ces mamelons, en se réunissant, forment souvent des plis ou ondulations courtes et plus ou moins flexueuses. Sommet des branches inconnu. La cassure transverse montre les loges rayonnant de l'axe, ou fasciculées, excessivement fines et un peu flexueuses avant d'atteindre les pores qui ouvrent à la surface.

Cette espèce, qui semble être la miniature du *C. pustulosa*, Mich. (pl. 57, fig. 6) du *forest-marble*, offre une certaine analogie avec un Hétéropore assez commun dans la craie de Meudon ; mais la comparaison des cellules, presque toutes égales dans l'un, tandis qu'elles sont beaucoup plus grandes, plus espacées et très inégales dans l'autre, suffit pour éviter toute confusion. L'aspect général du polypier rappelle aussi l'*Heteropora intricata*, Mich. (pl. 75, fig. 6) des faluns de la Touraine. — Biaritz.

CERIOPORA ?

Le seul échantillon que nous connaissions de ce polypier, étant roulé et en partie spathifié, ne permet pas de détermination bien précise. Il constitue une masse arrondie mamelonnée, assez semblable au *C. mamillosa*, Roem. (pl. 5, fig. 25), de la craie, et ses pores, extrêmement fins et rapprochés, ne sont visibles qu'à la loupe. — Biaritz.

HETEROPORA SUBCONCINNA, nov. sp., pl. VIII, fig. 17, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, p. 1010, 1847.)

Polypier branchu, dichotome, sub-cylindrique, présentant à sa surface des pores assez petits, peu nombreux, équidistants, allongés, entourés d'un espace lisse, se relevant parfois en un bourrelet peu prononcé. Le reste de la surface est couvert de fort petits pores, très rapprochés, et constituant une sorte de réseau serré, mais dont les mailles n'ont point, comme les précédents, de cellules correspondantes à l'intérieur. Les rameaux se terminent par une surface presque plane, également poreuse, et entourée de quatre ou cinq pores mamelonnés.

Cette espèce ressemble beaucoup à l'*H. concinna*, Roem. (pl. 5, fig. 27), de la craie supérieure du Hanovre, mais on peut remarquer qu'elle est moins raccourcie, moins épaisse, et que les pores sont espacés et allongés au lieu d'être circulaires. — Biaritz.

HETEROPORA RUGOSA, nov. sp., pl. VIII, fig. 18, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, p. 1010, 1847. *Ceriopora sublævigata*, nob., *Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 5, fig. 8.)

Polypier rameux, dichotome, à tiges rondes, composées de cellules nombreuses, allongées, s'ouvrant au dehors par des pores arrondis, placés tantôt à l'extrémité d'un petit tubercule déprimé et allongé, tantôt dans les intervalles de ces derniers. D'autres pores plus petits, que l'on ne voit bien que sur des parties un peu usées, existent entre les précédents. La surface du polypier offre un aspect rugueux et chagriné qui le caractérise assez bien et le rapproche des Pustulopores. C'est un échantillon complétement fruste de ce polypier, que nous avions décrit précédemment par erreur sous le nom de *Ceriopora sublævigata*. — Biaritz.

PRATTIA GLANDULOSA, nov. gen., pl. VIII, fig. 20, *a*, *b*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier cylindrique, creux, formé de loges tubuleuses, contiguës, distinctes, superposées horizontalement, renflées à leur extrémité extérieure. Ces loges s'ouvrent au dehors par un pore simple, allongé ou arrondi, peu régulier, entouré d'un bourrelet, ou par des pores géminés que réunit un second bourrelet plus saillant que le précédent, sub-trigone et squamiforme. Les loges sont disposées en quinconce; mais les pores géminés, presque aussi nombreux que les pores simples, interrompent la régularité de cette disposition, en même temps qu'ils rendent la surface du polypier papilleuse. La paroi intérieure de celui-ci est unie ou marquée de faibles ondulations obliques, indiquant la séparation des rangées de cellules.

Ce polypier présente à la fois les caractères de certaines Lunulites et ceux du genre *Polytripa*. Les loges, empilées les unes sur les autres, forment un cylindre au lieu d'un cône ou d'une calotte, et, au lieu de s'ouvrir au dehors par des pores immergés dans la masse du polypier et de tracer des anneaux contigus, séparés à l'intérieur par des lamelles circulaires, comme dans le *Polytripa*, elles sont, au contraire, disposées en quinconce, s'ouvrant à l'extérieur par un pore simple ou géminé, entouré d'un bourrelet toujours plus ou moins saillant. Aucune trace d'anneaux lamelleux ne s'ob-

serve à l'intérieur. Ne connaissant encore qu'une seule espèce de ce genre, que nous dédions au géologue dont les recherches assidues ont fait connaître tant de fossiles intéressants, nous ne pouvons séparer encore la caractéristique du genre de celle de l'espèce, d'autant plus que les extrémités manquent dans l'échantillon unique de la collection de M. Pratt. — Biaritz.

HORNERA HIPPOLYTHUS, Defr., *Dict. des sc. nat.*, p. 432, atlas, pl. 46, fig. 3;— de Blainv., *Man. d'act.*, p. 419, pl. 68, fig. 3; —Miln. Edw., *Ann. des sc. nat.*, 2ᵉ sér., vol. IX, pl 11; —Bronn, *Leth. géog.*, pl. 36, fig. 1; — Mich., *Icon. zoophy.*, pl. 46, fig. 20. — Pl. VIII, fig. 21, *a,b.*

Il semblerait, d'après cette synonymie, que ce polypier doive être parfaitement connu ; cependant, en comparant les figures qui en ont été données, on les trouve si différentes les unes des autres, que nous aurions hésité à y rapporter le polypier de Biaritz, si la description nette et précise de M. Milne Edwards n'avait dissipé nos doutes. Ce qui caractérise en effet cette espèce, c'est que l'espace compris entre les pores offre de grosses stries longitudinales, flexueuses, irrégulières, ordinairement séparées par deux fossettes situées, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de chaque pore. Aucune des figures que nous avons rappelées n'indique ce caractère de la face intérieure des rameaux, la face externe étant simplement striée. En outre, ces figures ne représentent que des fragments de tige sans base. L'échantillon que nous avons fait dessiner montre que cette base consiste en une sorte d'encroûtement fibreux, très finement strié, qui enveloppe la moitié de la spire d'un Fuseau. Sur divers points de cet empâtement, se montrent de petits tubes isolés, ou gemmes de jeunes tiges qui se seraient développées sur la base commune. Celle-ci supporte la masse principale du polypier, composée de rameaux qui se bifurquent, s'élèvent et s'évasent en forme de corbeille. Une serpule, qui s'était d'abord enroulée autour du pied des rameaux, a été ensuite recouverte en partie par les productions fibreuses de l'empâtement. Ainsi, ce seul petit échantillon comprend trois espèces appartenant à trois classes d'animaux différents. — Biaritz. — Calcaire grossier des environs de Paris et du Cotentin.

HORNERA EDWARDSII, nov. sp., pl. VIII, fig. 22, *a,b.*
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier branchu, comprimé, dichotome, disposé en éventail, très finement et très également strié sur les deux faces. Sur l'une d'elles seulement sont des pores mamelonnés, égaux, équidistants, qui ne forment de séries continues ou parallèles dans aucun sens. Les stries longitudinales s'infléchissent autour des pores sans produire de sillons ni de bourrelet. Des rameaux secondaires, naissant sur les côtés des rameaux principaux, s'en écartent plus ou moins dans le plan général du polypier, ou s'appliquent quelquefois immédiatement contre eux.

Cette espèce, peu caractérisée, diffère de la précédente par ses rameaux plus comprimés, par l'égalité parfaite de ses stries sur les deux faces et sur les parties couvertes de pores comme sur celles qui en sont dépourvues, puis par l'absence de fossettes au-dessus et au-dessous des pores, ainsi qu'il en existe dans l'*H. affinis*, Miln. Edw. (pl. 9, fig. 1). Les *H. striata*, id. (pl. 11, fig. 1) et *reteporacea* (pl. 10, fig. 2) ont d'autres caractères qui les éloignent encore davantage. — Biaritz.

IDMONEA TRAPEZOIDES, nov. sp., pl. VIII, fig. 23, *a,b.*
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier branchu, dichotome, à rameaux quadrangulaires. La plus grande des faces parallèles de ceux-ci est seulement striée en long. Deux rangées longitudinales de cellules saillantes, tubuleuses, sont disposées par séries transverses de quatre chacune. La plus élevée de ces cellules, dans chaque série, se trouve sur l'arête même de la face supérieure, et les trois autres sur les faces latérales. Ces séries sont contiguës dans le sens de la hauteur, comme les cellules et les pores le sont dans le sens de

la largeur, de sorte que dans les échantillons un peu usés, on voit sur les trois faces une suite continue de gradins fortement striés.

Cette Idmonée se distingue bien de ses congénères par la forme quadrangulaire de ses rameaux, le rapprochement ou la contiguïté de ses séries transverses et la régularité de sa tige. Nous ne connaissons pas assez l'*I. gradata*, Defr. (*Dict. des sc. nat.*, vol. XXII, p. 564), d'Hauteville, pour dire en quoi la nôtre en diffère, mais cette dernière est du moins parfaitement distincte de celles que nous avons trouvées dans les couches tertiaires du Cotentin. — Biaritz.

IDMONEA HYBRIDA, nov. sp., pl. VIII, fig. 24, *a*, *b*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier branchu, dichotome, à rameaux arrondis, un peu déprimés, couverts, sur l'une des grandes faces, de pores excessivement fins, sub-égaux, nombreux, compris entre des stries longitudinales, flexueuses, également très fines et à peine distinctes. (A la vue simple, cette surface paraît lisse.) La face opposée offre des pores beaucoup plus grands, disposés de même, séparés par des stries flexueuses, longitudinales, et accompagnés le plus ordinairement d'un très petit point placé au-dessus ou au-dessous. Sur les faces latérales, on remarque des plis transverses, arrondis, parallèles, portant trois ou quatre pores alignés et de la même grandeur que les précédents. Les intervalles concaves qui séparent les séries ou plis transverses ne présentent que les petites ponctuations qui accompagnent les pores sur la grande face adjacente supérieure. La coupe transverse des rameaux montre des cellules rayonnantes qui paraissent aboutir indifféremment aux pores extérieurs, quelle que soit leur position.

Ce polypier, dont nous avons pu comparer beaucoup d'échantillons, ressemble à une Hornère par ses stries longitudinales ondulées et les pores qu'elles contournent; mais il en diffère en ce que, sur les côtés, il n'y a que de très petits pores, et sur la face opposée il y en a de grands et de petits à la fois. Les pores rangés sur les plis élevés et transverses des faces latérales le rapprocheraient des Idmonées, tandis que la disposition uniforme et rayonnante des cellules lui donne de l'analogie avec les Cériopores. Il paraît donc assez difficile de classer convenablement cette espèce, que nous plaçons ici provisoirement. Nous avons trouvé dans le calcaire grossier de Parnes (Oise) un fragment qui paraît s'y rapporter. — Biaritz.

IDMONEA PETRI, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 5, fig. 11).

Biaritz.

ESCHARA MONILIFERA? Miln. Edw. (*Ann. des sc. nat.*, 2e sér., vol. VI, pl. 9, fig. 1).

Les échantillons de Biaritz ne sont pas assez bien conservés pour affirmer leur identité avec ceux que nous avons recueillis dans le crag à polypiers de Sudburn (Suffolk). De son côté, M. Michelin a fait représenter sous ce nom (*Icon. Zoophyt.*, pl. 78, fig. 10) un polypier des faluns, dont la disposition des lignes ponctuées relativement aux pores laisse beaucoup d'incertitude dans la fig. 10, *b*. L'*Eschara punctata*, Phil. (*Beitr. zur Kennt.*, pl. 1, fig. 19; — Reuss, *Foss. Polypar.*, etc., pl. 8, fig. 25), est aussi une espèce très voisine de celle de Biaritz.

ESCHARA DENTALINA, nov. sp., pl. IX, fig. 1, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Polypier bacillaire, un peu flexueux et comprimé, formé de loges s'appuyant sur une lame médiane commune, et communiquant au dehors par une ouverture ronde, souvent bordée d'un bourrelet plus ou moins saillant, et accompagnée d'un ou de plusieurs pores secondaires qui traversent le bourrelet même. Les intervalles sont en outre criblés de pores infiniment plus petits et inégaux, et

la surface du polypier, plus ou moins couverte d'aspérités, prend un aspect spongieux. Quoique les loges, à en juger par les pores, ne semblent pas disposées très régulièrement, cela tient à ce que certaines d'entre elles ont été bouchées avant les autres, car leur disposition en quinconce est marquée par des lignes enfoncées obliques qui, par leur croisement, tracent des rhombes dont chaque cellule occupe le centre.

Cette espèce est la seule de cette forme que nous connaissions à l'état fossile, car nous n'admettons pas, avec M. Reuss, que l'*Acicularia paventina*, nob., soit un Eschare. Parmi les espèces vivantes, les *E. cervicornis* et *gracilis* en sont des exemples. L'*E. dentalina* est remarquable par le peu de régularité des ouvertures et des bourrelets ou mamelons qui les accompagnent. Cette observation s'applique surtout à la partie inférieure du polypier, où les loges des vieux polypes sont déjà plus ou moins bouchées, tandis que, vers le haut, l'ouverture de chaque loge est plus constamment accompagnée d'un ou de deux pores placés dessous. — Biaritz.

ESCHARA SUBCHARTACEA, nob., pl. IX, fig. 2, *a*.

(*Eschara chartacea*, nob., *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e série, vol. II, pl. 5, fig. 15, 1846. — *E. puncta*, nob., *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. IV, p. 1010, 1847.)

Lorsque nous décrivîmes cette espèce sous le nom d'*E. chartacea*, nom que nous avons dû changer, puisqu'il avait été donné depuis longtemps par de Lamarck à une espèce vivante, l'échantillon que nous avions sous les yeux ne montrait pas suffisamment les modifications que les caractères extérieurs du polypier subissent avec l'âge ; et en désignant plus tard d'autres échantillons sous le nom d'*E. puncta*, nous n'avions pas reconnu les rapports et les différences qui existaient entre les divers âges et les divers états de ce polypier. Dans l'échantillon que nous avons fait figurer ici, on voit que les ouvertures des loges, ovales-allongées et profondément enfoncées, n'ont ni bourrelet ni stries autour d'elles. Elles sont tantôt divisées par une faible cloison en deux parties égales ou fort inégales, tantôt elles restent simples. D'après les observations de M. Milne Edwards et la gradation que l'on observe dans cette espèce, depuis les ouvertures simples et libres, comme dans la figure que nous avions donnée précédemment, jusqu'à celles dont l'occlusion est complète, on doit conclure que la formation de la cloison est le premier travail que fait le polype. Il le continue ensuite jusqu'à boucher tout à fait l'ouverture, qui n'est grande que dans le jeune âge. On remarque, en effet, que les ouvertures se rétrécissent successivement, mais non toujours symétriquement de chaque côté de la cloison, dès qu'elle est formée, et que la matière calcaire s'accumule à l'entour jusqu'à leur occlusion complète. L'espèce précédente nous a présenté un fait analogue, et peut-être avons-nous ici la mesure du travail et de la durée de la vie assignée à chaque polype. Dans son dernier état, l'aspect du polypier rappelle celui d'une étoffe de *piqué*. Il diffère de l'*E. porosa*, Miln. Edw. (pl. 11, fig. 7), que nous avons trouvé dans le crag corallien de Sudburn (Suffolk), en ce que sur celui-ci les ouvertures des loges sont disséminées sans ordre à la surface, qu'elles ne forment point de courbes se croisant en quinconce ; et qu'elles ne sont point reliées entre elles par des sillons. — Biaritz.

ESCHARA NOBILIS? Mich., *Icon. Zoophyt.*, pl. 79, fig. 1, *a*, *b*, *c*.

(*Flustra glomerata*, nob., *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, p. 1010, 1847.)

Nous rapportons à cette espèce, mais avec doute, un polypier de Biaritz qui serait peut-être mieux placé dans le genre Flustre, tel que le définit M. de Blainville. Il présente aussi une masse globuleuse, mais rien ne prouve qu'elle résulte de la superposition de couches successives. Les loges hexagonales, entourées d'un rebord lisse, ont leur surface très finement ponctuée, et l'ouverture occupe le sommet d'une saillie quadrangulaire, plus prononcée que dans le polypier des faluns de Doué, lequel paraît avoir encore son analogue vivant. La forme des loges est aussi très voisine de celles de l'*Es-*

chara andegavensis, Mich. (pl. 78, fig. 11), provenant également des faluns de l'Anjou, et de celles du *Flustra reticulata*, Desm. et Less. (*Bull. de la Soc. philom. de Paris*, année 1814, pl. 2, fig. 4), qui est de la craie. — Biaritz.

ESCHARA AMPULLA, nov. sp., pl. IX, fig. 3, *a*.

Polypier branchu ou formant des expansions foliacées, couvertes de tubercules glanduleux ou d'ampoules sub-piriformes, disposées symétriquement en quinconce, très serrées et percées d'un trou rond à une de leurs extrémités.

Les caractères extérieurs de cette espèce ont une certaine analogie avec ceux de la *Lunulite glandulosa*, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 5, fig. 14); mais, dans cette dernière, l'ouverture est placée vers le milieu du tubercule allongé, au lieu d'être à son extrémité. L'*E. ampulla* diffère de l'*E. labiata*, nob. (*loc. cit.*, fig. 12, *a*), par la régularité et la symétrie des cellules et des tubercules, comme par la forme des ouvertures. Le *Cellepora globulosa*, Desm. et Less. (*Bull. de la Soc. philom. de Paris*, année 1814, pl. 2, fig. 7), n'est pas non plus sans quelque analogie avec cette espèce, et les cellules du *Dischopora mamillata* Philippi (*Beitrage zur Kenntniss*, etc., pl. 1, fig. 23), sont aussi semblables. — Biaritz.

ESCHARA?

Une espèce, dont les échantillons sont mal conservés, offre une certaine ressemblance avec l'*E. Deshayesii*, Miln. Edw. (*Ann. des sc. nat.*, vol. VI, pl. 10, fig. 4; — Mich., *loc. cit.*, pl. 78, fig. 8), qui provient des faluns de Doué. — Biaritz.

RETEPORA FERUSSACI, Mich., *Icon. Zoophyt.*, pl. 46, fig. 20; var., pl. IX, fig. 4, *a*.

Le polypier de Biaritz diffère de celui du bassin de Paris, que nous ne connaissons que par la figure qu'en donne M. Michelin, et dont le gisement même est douteux, en ce que ses pores sont un peu moins rapprochés et ne paraissent pas former de séries aussi distinctes. M. Michelin dit d'ailleurs (p. 314) que ce polypier a une si grande analogie avec le *R. flabelliformis* de Blainv., provenant des faluns du bassin de la Loire, qu'il croit devoir les réunir; mais cette analogie ne ressort nullement de la comparaison des figures 1, *a*, *b*, *c*, pl. 76, avec les fig. 20, *a*, *b*, pl. 46: aussi avons-nous dû faire représenter le polypier de Biaritz, qui n'a aucun rapport avec celui des faluns.

RETEPORA VIRGATA? Goldf., pl. 36, fig. 18, *a*, *b*, *c*.

Nous rapportons provisoirement à l'espèce du terrain tertiaire d'Astrupp, près d'Osnabruck, un Rétépore assez fréquent à Biaritz, et qui s'en rapproche beaucoup s'il n'est identique. N'ayant pu étudier suffisamment la face inférieure, nous ne pouvons nous prononcer davantage, non plus que sur le polypier de la collection de M. Thorent, que nous avons rapporté avec doute au *R. fenestrata*, Goldf.

RETEPORA SUBCANCELLATA, nov. sp., pl. IX, fig. 5, *a*.

Polypier composé de rameaux droits, rarement dichotomes, très rapprochés, légèrement flexueux, réunis, de distance en distance, par des branches transverses anastomosées. Les rameaux droits, comme ceux qui les réunissent, sont couverts, sur les faces antérieures et latérales non adhérentes, de cellules porifères, saillantes, très serrées, disposées quelquefois en séries plus ou moins obliques, peu régulières et formant une portion d'anneau, comme dans les Idmonées.

Ce polypier montre une grande analogie avec ce dernier genre, de même que nous avons vu l'*Idmonea hybrida* présenter à la fois les caractères des Idmonées et des Hornères. Il diffère du *Retepora cancellata*, Goldf. (pl. 36, fig. 17), par ses pores plus rapprochés, plus nombreux et ne

formant point de séries longitudinales distinctes et régulières, comme dans le polypier de la craie de Maëstricht. Nous ne savons pas comment M. Reuss a pu rapporter à celui-ci une Idmonée du bassin tertiaire de Vienne, dont la figure (pl. 6, fig. 33) représente, en effet, une Idmonée et non un Rétépore. On devra sans doute séparer, par la suite, les Rétépores réguliers ou dont le réseau est uniforme dans toutes ses parties, de ceux qui, comme les *R. cancellata*, *subcancellata*, *Ferussaci*, *flabelliformis*, etc., sont composés de rameaux principaux, réunis seulement par des branches transverses. — Biaritz.

RETÈPORA ?

Ce polypier, d'après l'état spathique et très fruste de l'échantillon, n'est guère susceptible d'une détermination rigoureuse. Il a quelque rapport avec le *R. frustulata*, Lamk., Mich. (pl. 76, fig. 5), qui provient des faluns de la Touraine. Peut-être aussi se rapprocherait-il des Membranipores ? — Biaritz.

LUNULITES GLANDULOSA, nob., *Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 5, fig. 14, 1846; pl. IX, fig. 6, *a*.

Nous donnons ici la figure de la base de cette espèce que nous ne connaissions pas lorsque nous l'avons décrite pour la première fois. On voit que les cellules tubuleuses, qui forment sur le pourtour une sorte de collerette à plis fins et arrondis, s'appuient toutes sur une lame ou réceptacle commun très mince, qui constitue la paroi interne du polypier. — Biaritz.

FLUSTRA ?

Nous rapportons à ce genre des fragments qui sont assez fréquents, mais dont les caractères ne sont pas assez précis pour être décrits. — Biaritz.

CELLARIA SUBEXARATA, nov. sp., pl. IX, fig. 7, *a*.

Polypier déprimé, un peu arqué, composé de dix rangées de cellules sub-hexagonales, allongées, régulières, égales, disposées en quinconce oblique. Ces cellules sont garnies extérieurement d'une cloison mince, très finement ponctuée, entourée d'un rebord saillant et lisse, commun aux cellules contiguës. Ouverture semi-lunaire, bordée et placée à l'extrémité supérieure de l'hexagone.

Cette espèce ressemble à la *C. exarata*, Reuss (pl. 7, fig. 32), mais la forme hexagonale des cellules est moins prononcée et tend à devenir une ellipse. Leur paroi est ponctuée au lieu d'être lisse, comme dans le polypier de l'argile de Vienne, où deux rangées de points accompagnent le rebord qui circonscrit les cellules. Notre polypier n'est pas fort éloigné non plus de l'*Eschara costata*, Reuss (pl. 8, fig. 27), mais la disposition des cellules en est plus régulière, et le seul fragment d'ailleurs très petit que nous connaissons nous paraît plus voisin des Cellaires que des Eschares. — Biaritz.

CELLARIA MINUTA, nov. sp., pl. IX, fig. 8, *a*.

Polypier droit, bacillaire, sub-cylindrique, présentant à sa surface neuf rangées longitudinales de loges allongées, sub-hexagonales, disposées régulièrement en quinconce, entourées d'un bourrelet continu et commun aux loges contiguës. Ouverture grande, semi-lunaire, placée au milieu de l'hexagone, à l'extrémité supérieure duquel on observe souvent un second pore plus petit et peu régulier. Peut-être celui-ci n'est-il qu'accidentel et résulte-t-il de la fracture de la cloison supérieure des cellules, qui est très mince.

Biaritz. Collection de M. Thorent. — Une Cellaire que nous avons recueillie dans le crag corallien d'Orford ne diffère de celle-ci que par le nombre des rangées de cellules, qui est de quinze au lieu de neuf. — Parmi plusieurs espèces des faluns de Sainte-Maur, il y en a aussi une extrêmement voisine.

CELLARIA DISTANS, nov. sp., pl. IX, fig. 9, *a*.

Polypier bacillaire, sub-cylindrique, formé par la réunion de huit rangées de cellules, espacées,

disposées en quinconce oblique, communiquant au dehors par des ouvertures ovalaires, grandes, infundibuliformes, bordées d'un filet mince et saillant. Les intervalles qui les séparent sont très finement chagrinés. La forme des loges, l'écartement et la grandeur des ouvertures distinguent facilement cette espèce des précédentes. Peut-être même ne devra-t-elle pas rester définitivement parmi les Cellaires, où nous ne la plaçons qu'avec doute. — Biaritz. Collection de M. Thorent.

CELLARIA? pl. IX, fig. 9 B, *b'*.

Nous avons fait dessiner ce polypier assez remarquable, mais dont l'état fruste ne nous a pas permis de donner une description suffisante, ni de nous fixer sur le genre auquel il appartient. — Biaritz.

AULOPORA ?

On trouve fréquemment des portions de tiges qui paraissent se rapporter à ce genre et n'être pas très éloignées de l'*A. rugulosa*, Reuss (pl. 7, fig. 19), du bassin tertiaire de Vienne. — Biaritz.

TRAGOS MAMILLATUS, nov. sp., pl. IX, fig. 10, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, pag. 1010, 1847.)

Polypier spongieux, en cône déprimé, terminé en dessus par un double mamelon d'où descendent, en rayonnant, des sillons flexueux, peu profonds, bifurqués, se ramifiant autour de la base. Celle-ci est plane en-dessous, et son contour est irrégulièrement arrondi. — Diamètre, 9 millim.

Ce corps, assez bien conservé quant à sa forme, a cependant été trop altéré dans les caractères extérieurs de sa structure pour être classé avec certitude; ce n'est donc que par sa ressemblance générale avec les spongiaires appelés *Tragos* que nous le rapportons à ce genre, d'ailleurs assez mal caractérisé lui-même. — Biaritz.

SCYPHIA SAMUELI, pl. IX, fig. 11, 12.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, pag. 1010, 1847.)

Nous plaçons aussi parmi les Spongiaires des fragments en forme de plaques testacées, assez mal conservés, frustes au dehors, en partie spathifiés au dedans, et que l'on pourrait soupçonner n'avoir point appartenu originairement à la couche où ils ont été recueillis. L'un d'eux (fig. 11) présente, à sa face intérieure ou concave, des trous ronds, disposés en quinconce très régulier. Ces trous, qui traversent obliquement la plaque, s'ouvrent sur l'autre face par des pores un peu allongés formant des rangées, au fond de sillons peu prononcés, égaux et équidistants. La masse du polypier est composée d'un tissu spongieux, à mailles fines et serrées. L'une de ces plaques a 6 millim. d'épaisseur, l'autre 4. La figure 12 représente un échantillon plus mince que les précédents, et dont les trous, entourés d'un très petit bourrelet, sur l'une et l'autre face, n'offrent point une disposition générale aussi régulière que dans les autres.

Ces corps ont beaucoup d'analogie avec le *S. Sackii*, Goldf. (pl. 31, fig. 7), des couches crétacéo-marneuses de la Westphalie et avec d'autres espèces voisines, telles que le *S. paradoxa*, id. (*ib.*, fig. 6). Ils paraissent avoir appartenu à des polypiers cyathiformes, plus ou moins larges, évasés, à parois peu épaisses, quoique très solides. — Biaritz.

SCYPHIA QUINQUELOBATA, nov. sp, pl. IX, fig. 13, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Nous rapportons encore à ce genre un polypier spongiaire ou alcyonien, élevé, droit, présentant cinq expansions ou crêtes longitudinales, irrégulières, inégales, découpées en pointes à leur bord externe. La structure de ce corps offre un réseau serré, très fin, au milieu duquel on aperçoit les

cellules à ouverture ronde, assez égales et également disséminées à la surface du polypier, sans affecter de disposition régulière ni symétrique. Cette structure rappelle tout à fait celle du *S. psilopora*, Goldf. (pl. 3, fig. 4), de la formation jurassique. — Biaritz.

SPONGIA.

Petite éponge encroûtante, diversiforme, sans autre caractère particulier que l'uniformité de sa structure. — Biaritz.

VIRGULARIA INCERTA, nov. sp., pl. IX, fig. 14, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Corps bacillaire, lisse, arrondi, à cassure spathique, présentant des fibres rayonnantes et des stries concentriques très fines. Un corps assez semblable, regardé par M. Sowerby comme provenant d'un axe de Pennatule, a été trouvé par M. Wetherell dans le *London clay* d'Hampstead-Heath (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, pl. 8, fig. 2, *a*, 1840).

FORAMINIFÈRES.

En décrivant ici quelques espèces de Nummulites, nous n'avons pour but que de fixer les idées sur les principaux caractères de certaines espèces, très répandues dans les couches qui nous occupent ; car, en consultant les auteurs qui, depuis le milieu du siècle dernier, ont écrit sur ces corps, on peut s'assurer qu'il y a très peu d'espèces qui n'aient été déjà plus ou moins exactement décrites ou figurées sous les noms d'Hélicites, de Camerines, de Discholites, de Lenticulites, etc. Mais le manque complet de méthode dans ces travaux, comme dans d'autres très récents, les rend peu utiles aux géologues, et réclame la révision complète d'un genre, dans lequel on a confondu des corps de classes différentes.

NUMMULINA BIARITZANA, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, vol. II, p. 191, 1837), pl. IX, fig. 15, *a*, *b*, 16.

Nous ne reproduirons pas la description détaillée que nous avons donnée de cette espèce en 1837, et qui, jointe à la connaissance de son gisement, la rendait facile à distinguer, même en l'absence de figures que nous donnons cependant aujourd'hui pour éviter toute incertitude. Nous nous bornerons à rappeler ce que nous avons dit dans la description des fossiles recueillis par M. Thorent, que la *N. atacicus*, Leym. (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. I, p. 358, pl. 13, fig. 13, 1846), est identique avec la *N. biaritzana* que nous avions reconnue aussi dans les Corbières, d'après des échantillons envoyés par M. Vène (*Bull.*, vol. XIV, p. 489, 1843) ; la *N. regularis* de M. Rutimayer est encore peut-être la même.—La figure 16 représente une variété plus renflée. — C'est probablement la *Discholite convexo-convexe* de Fortis (vol. II, pl. 2, fig. 8), du canton de Schwitz, de la Dalmatie, de Raguse, etc. ; et la *Camerina striata*, Bosc, Bourguet, fig. 322 ; Guettard (*Mém.*, vol. III, pl. 13, fig. 11, 12, 13), et confondue avec la *N. lævigata* par de Roissy (*Hist. nat. des Moll.*, vol. V, p. 55).

Cette espèce, l'une des plus caractéristiques du groupe, est non seulement fréquente dans les couches supérieures de Biaritz, mais encore dans le département des Landes, à la fontaine de la Médaille, commune de Gamarde, à Buchuron, Nousse, etc. (étage supérieur de M. Delbos) ; à Bos-d'Arros, près de Pau ; dans les Corbières et sur les deux versants des Pyrénées ; dans les Alpes du Dauphiné (Gap) et de la Suisse, au sommet des Diablerets, à 3,255 mètres d'altitude ; à Gassino, près de Turin ; au Grünten, près de Sonthofen, et à Mattsee (Bavière), d'après sir Murchison ; puis à Sangonini, Priabona (Vicentin), d'après M. Bertrand Geslin ; dans l'Asie Mineure (à Zafranboli, et entre Agra et Bazarkoi), d'après les recherches récentes de M. P. Tchihatcheff, et peut-être jusque dans la province de Cutch et dans la chaîne d'Hala (Sinde) ?

NUMMULINA LÆVIGATA, Lamk., *Ann. du Mus.*, vol. VIII, pl. 62, fig. 10; *Helicites*, Guett., *Mém.*, vol. III, pl. 13, fig. 1; Def., *Dict. des sc. nat.*, vol. LV, p. 224; Sow., pl. 538, fig. 1. — *Voyez* aussi Bruguière, Bosc, de Roissy, etc.

Cette espèce, si caractéristique de l'horizon du calcaire grossier inférieur dans le bassin de la Seine, en Belgique et dans le sud de l'Angleterre, est également l'une des plus constantes dans le groupe nummulitique asiatico-méditerranéen. Elle présente plusieurs variétés, depuis la plus plate, celle des argiles de Bracklesham, jusqu'aux plus épaisses, dont fait probablement partie celle à laquelle MM. Joly et Leymerie ont donné le nom de *N. aturica* (*Mém. sur les Nummulites*, pl. 2, fig. 10, 1847). La *N. obtusa*, des mêmes auteurs (*ibid.*, pl. 1, fig. 13, 14), est une espèce qui s'en distingue, comme de la *N. crassa*, Boubée, mais dont le nom avait été déjà assigné par M. Sowerby à une Nummulite de la province de Cutch (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, pl. 24, fig. 14, 1840). — Biaritz, Basses-Pyrénées, Bos-d'Arros, près de Pau, Ronca, Brendola, Monte-Viale (Vicentin), Mattsee (Bavière), d'après la collection de M. Murchison, Asie Mineure?

La Discholite numismale, Fortis (pl. 1, fig. *P*, *Q*, *R*, et pl. 4, fig. 3), ou *N. nummiformis*, Defr., Alex. Brong. (*Mém. sur le Vicentin*, p. 51), de Ronca, n'est encore pour nous qu'une simple variété de la *N. lævigata*. M. Schafhaeutl la nomme *N. rhomboides*, réservant le nom de *nummiformis* pour la grande espèce des pyramides d'Égypte (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 416). C'est à tort que nous avions regardé les *N. scabra* et *globularia*, Lamk., comme des variétés de la *N. lævigata* (*Mém. de la Soc. géol.*, vol. V, p. 259).

NUMMULINA CRASSA, Boubée (*Bull. de nouveaux gisements de France*, 1re liv., 1831), pl. IX, fig. 16B, B', B'', B'''.

Nummularia obtusa, J. de C. Sow. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, pl. 24, fig. 14, *a*, 1840), *non id.* Joly et Leym. (*Mém. sur les Nummulites*, pl. 1, fig. 13, 14).

Cette espèce, bien caractérisée, n'ayant été que très brièvement décrite, et non figurée par M. Boubée, il n'est pas étonnant que M. Sowerby ne l'ait pas reconnue parmi les fossiles que M. Grant a rapportés de la province de Cutch; mais en comparant des échantillons du département des Landes avec ceux de la collection recueillie par M. Vicary, dans la chaîne d'Hala qui borde l'Indus, au nord du pays de Cutch, nous avons pu constater l'identité de la *Nummulina crassa* dans ces trois localités, identité qui a lieu également pour d'autres espèces. Celle-ci se distingue par ses contours parfaitement arrondis et donnant dans la coupe une ellipse fort allongée; par le nombre de ses couches, qui est de 28 à 30, et par leur extrême rapprochement; par le grand écartement des cloisons arquées et très inclinées, produisant des cellules allongées et peu nombreuses, eu égard au nombre des tours de spire; enfin, par des rayons discontinus qui semblent de distance en distance réunir plusieurs cloisons perpendiculairement à leur plan. Ce dernier caractère existe également dans le fossile de l'Inde; mais certaines circonstances de la fossilisation paraissent avoir contribué à le rendre plus prononcé. — Diamètre, 18 millim.; épaisseur, 8.

Peut-être est-ce la *N. spissa*, Defr. (*Dict. d'hist. nat.*, vol. LV, p. 225.)—Biaritz.—Peyrhorade, Brassempouy, Baigtz, Garnuy, fontaine de la Médaille, de Christian près Montfort, Donzacq, etc. (Landes), étage supérieur de M. Delbos. — Alpes, Vicentin? province de Cutch, chaîne d'Hala, et probablement dans le royaume de Lahore. (*Voy.* Deluc, *Journ. de phys.*, vol. LIV, an V.

NUMMULINA GRANULOSA, nov. sp., pl. IX, fig. 19, *a*, 20, 21, 21B, 22.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Coquille plane, surfaces légèrement ondulées ou flexueuses, couvertes de granulations variables dans leur disposition, leur grosseur et l'étendue de l'espace qu'elles occupent. Tantôt égales, très fines et très serrées (fig. 19) elles forment des lignes courtes, divergentes, correspondant aux cloi-

sons, et les tours de spire sont traduits au dehors par une ligne également granuleuse à peu près continue ; tantôt les granulations, moins nombreuses, d'inégale grosseur, ne semblent plus représenter les cloisons et n'occupent que la partie centrale du disque dont le pourtour est uni. Cette partie centrale est alors sensiblement relevée et déprimée au milieu (var. *a*, fig. 21 B). Quelquefois les granulations, plus fortes et plus espacées (var. *b*, fig. 20), suivent assez exactement les tours de spire ; et dans une quatrième variété (var. *c*, fig. 21) les tours deviennent apparents, comme dans les Assilines ; les granulations tendent à disparaître, mais toutes les cloisons du centre font à la surface des saillies plus ou moins prononcées ; enfin il y a des individus plus ou moins complétement lisses et dépourvus de granulations. Les cloisons sont presque droites et médiocrement rapprochées. Les tours sont flexueux, et l'on en compte 8 dans un diamètre de 10 millim.—Diamètre des grands individus, 30 millim. ; épaisseur, 3.

Cette espèce, très variable dans ses caractères extérieurs, quoique assez facilement reconnaissable, est l'une des plus caractéristiques et des plus répandues du groupe nummulitique ;aussi paraît-elle avoir été représentée par Fortis dans ses Discholites (*Mém. pour servir à l'hist. nat., etc., de l'Italie*, vol. II, pl. 11, fig. *e*), par L.-V. Fichtel et P.-C. Moll. (*Testacea microscopica*, etc., pl. 7, fig. *a*, *b*, Vienne 1803), et l'état seul des échantillons du Sinde nous laisse quelques doutes sur son identité avec la *N. exponens*, Sow. (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, pl. 61, fig. 14 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, 1840). C'est probablement aussi le *N. mamillata* de M. Rutimayer (*Arch. de la bibl. univ. de Genève*, nov. 1848). Serait-ce la *N. concava*, Defr. (*Dict. d'hist. nat.*, vol. LV, p. 225), rapportée de Crimée par Klark? Nous ne l'avons pas encore reconnue avec toute certitude dans les collections de ce pays, les fragments que nous avons vus étant fort incomplets.

Biaritz.—Baigtz, Brassempouy, Gibret, Donzacq (Landes), première assise de l'étage supérieur de M. Delbos. La variété *d* se trouve surtout à Bos-d'Arros, au sud de Pau, d'après la communication que nous a faite M. Alex. Rouault ; —Gavarnie (Hautes-Pyrénées), hautes vallées de la Bielsa et de la Cinca (Espagne), Alpes suisses? Frioul? Croatie? Monte-Gargano (royaume de Naples), d'après la collection de M. Murchison. M. P. de Tchihatcheff l'a trouvée fréquemment sur beaucoup de points de l'Asie Mineure, et c'est très probablement, comme nous l'avons dit, celle que M. Grant a rapportée de la province de Cutch, et M. Vicari du Sinde, situé plus au N.

NUMMULINA INTERMEDIA, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, p. 199, 1846), pl. IX, fig. 23, *a*; 24, *a*.

Cette petite espèce, plate, assez mince, qui n'avait pas été figurée précédemment, est parfaitement distincte de ses congénères, et son extrême abondance la rend assez remarquable. Dans les individus de petite taille, qui sont de beaucoup les plus nombreux, on aperçoit presque toujours au dehors les tours de spire, mais plus rarement les traces des cloisons. Les tours sont au nombre de 14 ou 15 dans les individus de moyenne taille. — Diamètre des grands individus, 11 millim.; épaisseur, 1.

Plus déprimée et constamment plus petite que la *N. lævigata*, elle est moins plate que la *N. elegans*, Sow. (pl. 538, fig. 2, les grands individus seuls, les petits appartenant à la *N. planulata*, d'Orb.; *Lenticulites id.*, Lamk.). Les individus jeunes de la *N. intermedia* diffèrent aussi de la *N. planulata* en ce qu'ils ne sont ni lisses ni mamelonnés au centre, et la forme des cloisons, comme celle de l'ouverture, concourt encore à les distinguer l'une de l'autre. Nous nous sommes assuré, dans la collection de M. de Verneuil, que le *N. placentula*, Desh., de Crimée (*Mém. de la Soc. géol.*, vol. III, pl. 6, fig. 8, 9), qui ressemblerait à celle-ci et a été prise quelquefois pour elle, ne pouvait pas constituer une espèce ; l'échantillon figuré est un individu fruste, peut-être de l'espèce précédente? — Biaritz, fontaine de la Médaille, l'Herté, commune de Louhers, etc. (Landes), étage supérieur de M. Delbos. M. de Verneuil nous l'a communiquée du Vicentin, Sonthofen (Bavière), d'après la collection de M. Murchison; M. Viquesnel l'a trouvée en Roumélie, dans la chaîne côtière de la mer Noire, et elle a été signalée en Égypte.

NUMMULINA MAMILLATA, nov. sp., pl. IX, fig. 18, *a*.

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847 —*Non N. id.*, de Roissy (*Hist. nat. des Mollusques*, vol. V, p. 57. Voyez *antè*, p. 416.)

Coquille lisse, flexueuse, en forme de bouton, présentant au centre un mamelon déprimé, dans sa partie moyenne une dépression circulaire, à son pourtour un rebord plat. Huit tours de spire assez larges; cloisons obliques, faiblement arquées, médiocrement rapprochées, presque toujours apparentes au dehors. — Diamètre, 9 millim.; épaisseur au centre, 1 millim. 1/2.

Gibret, Baigtz; assise moyenne de l'étage supérieurs de M. Delbo.

ASSILINA PLANOSPIRA, nov. sp., pl. IX, fig. 17, *a*.

Coquille plane, un peu flexueuse, d'une épaisseur parfaitement égale dans toute son étendue, irrégulièrement arrondie, à tours apparents à tous les âges, au nombre de 8 sur un diamètre de 24 millimètres (ces caractères sont très imparfaitement exprimés dans le dessin). Cloisons apparentes aussi, normales à la spire, très légèrement infléchies à leur extrémité extérieure. — Les grands individus ont 25 millim. de diamètre; épaisseur, 2.

Nous pensons que cette espèce est la *Nummulites planospira*, Boubée (*Bull. de nouv. gisements de France*, 1re liv., 1831), ce qui nous a engagé à lui conserver son nom spécifique, tout en la considérant comme une Assiline. Serait-ce l'*A. depressa*, d'Orb. (*Tableau méthod. de la classe des Céphalopodes*, p. 130, 1825) , indiquée aux environs de Dax? Nous n'avons aucune certitude à cet égard. La *N. assilinoides* de M. Rutimayer ne paraît pas en différer, non plus que la Discholite représentée par Fortis (vol. II, pl. 2, fig. *P*), dont M. Defrance a fait sa *N. moneta* (*Dict. des sc. nat.*, vol. LV, p. 226), et plus anciennement de Roissy, la *N. spira* (*loc. cit.*, p. 57). — Biaritz. — Buchuron (étage supérieur de M. Delbos). — Alpes suisses, Sewen, Schwitz, Einsiedeln, Sonthofen, les Karpathes? Monte-Gargano? les Apennins? (royaume de Naples), d'après la collection de M. Murchison, et probablement en Dalmatie, dans les îles de Veglia et de Pago, en Croatie, et en Espagne aux environs d'Alicante.

OPERCULINA BOISSYI, nov. sp., pl. IX, fig. 26.

Coquille plane, composée de cinq tours apparents. Cloisons normales à la courbe intérieure de la spire dans les premiers tours, mais légèrement infléchies à leur jonction avec le tour suivant, arquées et beaucoup plus serrées dans le dernier tour de certains individus, quelquefois flexueuses et irrégulières. — Diamètre, 15 millim.

Tous les individus que nous avons trouvés associés à la *Nummulina biaritzana* sur un échantillon de calcaire de Buchuron sont dédoublés, de sorte que nous ne connaissons pas la surface extérieure de la coquille dont l'épaisseur est d'un peu moins de 1 millim. (étage supérieur de M. Delbos.). Nous avons vu dans la belle collection de M. Bertrand Geslin des échantillons provenant de Tarzo (Bellunais) qui paraissent appartenir à cette espèce.

OPERCULINA GRANULOSA, Leym. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. I, pl. 13, fig. 12).

Biaritz. — Les Corbières.

RADIAIRES.

CRINOIDES.

PENTACRINITES DIDACTYLUS, d'Orb., nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 5, fig. 18, 1846).

L'échantillon de tige représenté fig. 18, et que M. d'Orbigny regarde comme une variété de ceux indiqués fig. 16 et 17, nous paraît avoir la plus grande analogie avec le *P. subbasaltiformis*

de Miller, décrit par M. J. de C. Sowerby (*Transact. geol. Soc. of London*, pl. 8, fig. 3, *a*), et qui provient du *London clay* du bassin de la Tamise, où il a été trouvé dans plusieurs localités.

BOURGUETICRINUS THORENTI, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. II, pl. 5, fig. 20, *a*, *b*).
Pl. IX, fig. 27, *a*, 28, *a*, 29, *a*, 30, 31, 32, *a*.

Nous avons dû faire représenter de nouveau cette petite espèce, à cause des variétés de forme que nous avons constatées dans les têtes, et dont il n'y a pas deux qui soient identiques. Dans la fig. 27, *a*, les plaques brachiales basilaires d'un individu piriforme sont encore en place; dans la fig. 28, *a*, elles ont été enlevées, de même que dans un individu extrêmement allongé, fig. 29, *a*. Les fig. 30, 31, montrent des portions de tige avec les articulations géniculées et des tubercules articulaires latéraux, et la fig. 32 la face glénoïdale d'une forte articulation. — Biaritz. — Bos-d'Arros, près Pau.

ASTÉRIDES.

ASTERIAS DESMOULINSII, nov. sp., pl. X, fig. 1 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*.

Corps pentagone, régulier, déprimé, composé d'un disque central et de cinq rayons lancéolés. Chaque rayon comprend une double rangée d'osselets géminés au nombre de 16, et qui se continuent sans interruption d'un rayon à l'autre sur les côtés du disque. Les osselets sont tous semblables, mais diminuent de diamètre, de la base au sommet des rayons. Leur forme est celle d'un pentaèdre irrégulier composé de quatre faces planes et lisses, opposées deux à deux, dont deux sont triangulaires et deux quadrangulaires. La cinquième face est un rectangle courbe, plus grande du double que les autres.

Dans chaque paire d'osselets réunis par une de leurs faces planes quadrangulaires, les deux autres restées libres forment avec celles de la paire opposée un canal continu sur le pourtour du corps et des rayons. La face courbe du pentaèdre, qui occupe à elle seule la portion extérieure des osselets, est entièrement granuleuse ou chagrinée. Sur la face inférieure du corps, ces granulations sont égales, très fines, serrées, équidistantes, et leur place, lorsqu'elles ont été enlevées, est indiquée par une ponctuation en creux (fig. 1, *c*). Sur les osselets de la face opposée, les granulations latérales sont semblables aux précédentes; mais dans le plan supérieur elles sont inégales, et un certain nombre d'entre elles, plus larges, déprimées et nettement circonscrites, ressemblent à des boutons de variole (fig. 1, *e*).

A la face inférieure (fig. 1), l'intérieur des rayons montre deux séries de pièces calcaires, presque égales, squamiformes, au nombre d'environ 35, qui s'étendent de l'extrémité au centre du disque. Ces pièces laissent entre elles un canal étroit, qui s'élargit en s'approchant de la cavité centrale autour de laquelle les pièces de deux rayons contigus sont réunies par une autre pièce calcaire beaucoup plus grande, sub-pentagonale, sillonnée et granuleuse. Dans toute la longueur des rayons, les pièces précédentes forment deux lignes dentées, très régulières, dont les angles saillants d'un côté correspondent aux angles rentrants de l'autre. A leur surface on observe encore plusieurs tentacules, et la base de ceux qui ont disparu est marquée par un petit tubercule. Les six pièces, qui de la base des rayons continuent les précédentes jusqu'au centre du disque, sont linguiformes et sub-imbriquées. Les portions du disque, comprises entre les osselets du bord et la réunion vers le centre des rangées de pièces dont on vient de parler, sont occupées par des pièces polygonales, couvertes de granulations semblables à celles des osselets auxquels elles font suite.

A la face supérieure du disque (fig. 1, *a*), l'intervalle laissé entre les deux rangs d'osselets est fermé par une double rangée de pièces squamiformes, imbriquées, granuleuses, qui se prolongent jusqu'au centre. Intimement soudées vers l'extrémité des rayons, elles s'écartent légèrement à mesure qu'elles s'en éloignent. Malgré l'état de détérioration de cette partie du disque, on peut y distinguer encore le tubercule madréporiforme placé dans l'intervalle de deux rayons.

Ce fossile remarquable, dont nous ne connaissons que la portion qui a été figurée, se distingue facilement des espèces connues, et en particulier de celles que M. Des Moulins a décrites et figurées (*Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, vol. V, 15 juin 1832). Par son aspect général, la forme et la disposition des osselets, elle a une certaine ressemblance avec l'*A. aurentiaca*, Linn.; mais là se borne l'analogie. Ce que dit M. Wetherell des articulations qu'il a trouvées dans le *London clay* de Hamptead-Heath (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 132, 1840) semblerait s'appliquer à une espèce voisine de celle de Biaritz.

ÉCHINODERMES.

CIDARIS PRIONATA, Agass. (*Catal. raisonné des échinodermes*, p. 31, 1847), nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 7, fig. 16, 1846), pl. X, fig. 2.

Nous avions d'abord figuré cette baguette sans lui imposer de nom ; plus tard MM. Agassiz et Desor, en la nommant, ont omis de citer la figure que nous avions donnée, ce qui nous a engagé à la faire représenter de nouveau, ainsi que les deux suivantes. Celle-ci est comprimée ; elle porte six stries longitudinales, dont deux opposées, formant arêtes, ont des épines régulièrement espacées. A la base, qui est imparfaitement connue, la baguette s'élargit en forme de cornet. — Biaritz. — Collection de M. Thorent.

CIDARIS SEMIASPERA, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 7, fig. 18. — Agass. et Des., *loc. cit.*, p. 32), pl. X, fig. 3.

Piquant court, du type du C. Blumenbachii, *mais à épines plus saillantes. Collerette très étroite.* Nous avons fait représenter de nouveau cette baguette d'après un échantillon plus complet de la collection de M. Pratt. Les stries de la collerette ne se voient qu'avec un assez fort grossissement ; celles de l'anneau sont sensiblement plus fortes, et la surface articulaire est lisse. — Biaritz.

CIDARIS SUBULARIS, nob. (*loc. cit.*, pl. 7, fig. 17. — Agass. et Des. (*loc. cit.*, p. 32), pl. X, fig. 4.

Piquant subulé à stries fines, perlées. Collerette fort étroite, très finement striée ; anneau portant des stries plus prononcées ; facette articulaire très étroite. On compte 12 rangées de granulations qui, vers le haut, se changent en épines, et les côtes sont alors dentées en scie comme dans l'espèce suivante. — Biaritz.

CIDARIS ACICULARIS, nob. (Agass. et Des., *loc. cit.*, p. 32), pl. X, fig. 5, *a*, *b*.

Piquant voisin de ceux du C. coronata, *mais à collerette plus étroite ;* très allongé, sub-cylindrique, aciculaire ; facette articulaire lisse ; anneau très régulièrement strié ; collerette couverte de stries perpendiculaires beaucoup plus fines. Le corps de la baguette offre 12 à 13 côtes inégales, équidistantes, séparées par des intervalles égaux, couverts de granulations margaritiformes, allongées vers le bas, pointues et dentées en scie vers l'extrémité opposée. Dans quelques échantillons, ce dernier caractère commence presque à partir de la collerette. La cassure spathique offre des stries rayonnantes excessivement fines. — Biaritz.

CIDARIS SERRATA, nob. (Agass. et Des., *loc cit.*, p. 32), pl. X, fig. 6, *a*, *b*.

Piquant plat comme ceux du C. Schmiedelii, *avec des crénelures sur les bords.* Arêtes latérales tranchantes et profondément dentées en scie ; surfaces planes très finement striées en long ; vers le milieu de l'une d'elles, on aperçoit trois séries de plis linéaires de la longueur des dentelures latérales, et qui se relèvent un peu vers l'une de leurs extrémités. Le reste de la surface et la face opposée sont couverts d'épines couchées, très délicates, visibles seulement à la loupe. — Biaritz.

CIDARIS STRIATOGRANOSA, nov. sp., pl. X, fig. 7.

Piquant sub-cylindrique au-dessus de la collerette, s'aplatissant ensuite inégalement des deux côtés (au moins dans le seul échantillon que nous connaissons), et se terminant probablement en pointe assez aiguë; strié dans toute sa longueur, mais d'autant plus profondément qu'on s'éloigne davantage de la collerette. Dans le voisinage de celle-ci, les séries de granulations peu élevées, contiguës, sont très rapprochées; mais, vers la pointe, les sillons sont plus prononcés, les côtes plus continues, et, sur la plupart d'entre elles, les granulations tendent à disparaître. — Biaritz.

CIDARIS SUBCYLINDRICA, nov. sp., pl. X, fig. 8, *a.*

Piquant sub-cylindrique couvert d'aspérités très fines, très rapprochées et égales vers la base, mais inégales vers le sommet, où les plus prononcées tendent à former des séries linéaires peu apparentes. Toute la surface chagrinée est âpre au toucher. Extrémité supérieure inconnue. — Biaritz.

CIDARIS SUBLÆVIS, nov. sp., pl. X, fig. 9.

Piquant assez court, claviforme; anneau strié; collerette paraissant lisse à cause de l'excessive délicatesse des stries. Le reste de la surface, altéré quoique régulier dans sa forme, ne laisse voir aucune trace de sillons ni de granulations. — Biaritz.

CIDARIS INTERLINEATA, nov. sp., pl. X, fig. 10, *a.*

Piquant assez court, granuleux à la base, mais dont les granulations, plus prononcées et plus espacées ensuite, se disposent en séries longitudinales, et sont liées les unes aux autres par des filets très minces. Collerette et face articulaire fort étroites. —Biaritz.

CIDARIS INCERTA, nov. sp., pl. X, fig. 11.

Piquant comprimé et lisse ou très finement strié dans sa longueur. L'état un peu fruste de l'échantillon n'en permet pas une détermination complète. — Biaritz.

CIDARIS SUBSERRATA, nov. sp., pl. X, fig. 12, *a*, *b.*

Piquant aplati, portant deux rangées latérales d'épines très longues, opposées, mais non dans le plan de l'axe. Toute la surface est très délicatement et uniformément striée. Ce piquant a quelque analogie avec le *C. serrata;* mais n'étant aplati que d'un côté, il a plutôt la forme d'un demi-cylindre. — Biaritz.

GONIOPYGUS PELAGIENSIS, nov. sp., pl. X, fig. 13, *a*, *b*, *c*, *d.*

Corps hémisphérique; anus sub-trigone, à angles très arrondis, entouré de cinq pièces ovariales, triangulaires, multilobées, et de cinq pièces inter-ovariales plus petites, également découpées. La surface de ces plaques, rugueuse et bosselée, ne présente aucune perforation. Ambulacres composés de deux rangs de pores simples à la base et sur le pourtour, réunis par couples obliques vers le sommet. Aires ambulacraires portant deux rangs de tubercules margaritiformes, au nombre de huit, et entre lesquels on en observe quelques uns plus petits. Aires interambulacraires occupées par deux rangs de gros tubercules mamelonnés et portés sur une base lisse. Sur le pourtour du test, quelques petits tubercules simples se voient entre les précédents. Bouche grande, obscurément décagonale. — Diam., 11 millim.; hauteur, 6 1/2.

Cette espèce, qui ressemble au premier abord au *G. Menardi*, Ag., en diffère par la forme des plaques ovariales et inter-ovariales, beaucoup plus découpées et bosselées; par ses tubercules plus gros, ses ambulacres plus larges, etc. Toutes les espèces connues jusqu'à présent appartenaient à la formation crétacée, et il est à remarquer que les auteurs qui ont établi le genre n'ont point fait mention de l'ouverture anale trigone, dont les angles correspondent au milieu de trois des cinq plaques ovariales, les deux autres formant deux côtés du triangle; le troisième côté de celui-ci correspond à la suture de deux autres plaques. Nous avons également constaté ce caractère important dans des espèces du grès vert. — Dépôt tertiaire de Saint-Palais, près Royan.

Diadema arenatum, nob. (Agass. et Des., *loc. cit.*, p. 44), pl. X, fig. 14, *a*, *b*.

Ne connaissant encore de cette espèce qu'un individu déformé, que le dessinateur a représenté tel qu'il est et dont les ouvertures buccale et anale sont complétement détériorées, nous ne pouvons indiquer que quelques uns de ses caractères. Les ambulacres, légèrement flexueux et superficiels, sont composés de deux séries de doubles pores géminés, chaque paire étant séparée de celles qui l'avoisinent par un sillon transverse qui se prolonge vers le pied des tubercules des aires. Les aires ambulacraires sont occupées par deux rangs assez espacés de tubercules perforés, qui, à peine sensibles près du sommet, grossissent graduellement jusqu'au pourtour inférieur du disque, pour diminuer ensuite jusqu'à la bouche. Les tubercules les plus grands et les plus complets sont composés d'un mamelon déprimé, lisse, nettement détaché du tubercule qui le supporte. Celui-ci est lisse et entouré à sa base d'une dépression circulaire que traversent huit ou neuf filets rayonnants. Ces derniers, partant du pied des tubercules, aboutissent au faible bourrelet crénelé qui circonscrit la dépression annulaire. En remontant vers le sommet des ambulacres, le bourrelet et la dépression précédente s'effacent en même temps que les tubercules s'abaissent, et le reste de l'aire ambulacraire, granuleux sur le pourtour inférieur du test, se couvre d'un lacis très serré de cordelettes transverses ou obliques, peu régulières, inégales et granuleuses, qui joignent les deux rangs de tubercules et s'étendent de ceux-ci aux pores des ambulacres. Les aires interambulacraires sont plus larges du double que les précédentes, et occupées par deux rangs de tubercules assez semblables à ceux que nous venons de décrire ; mais sur le tiers inférieur du bourrelet qui circonscrit la dépression annulaire, les filets rayonnants sont plus prononcés, plus allongés, séparés par de profonds sillons, et se continuent de part et d'autre vers les rangées voisines. L'espace que les tubercules laissent entre eux est couvert de granulations arrondies ou allongées, inégales, très serrées, mais ne présente pas de cordelettes transverses aussi prononcées que les aires ambulacraires. — Biaritz.

Cælopleurus Agassizii, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. II, pl. 8, fig. 2, *a*, *b*, *c*, *d*, 1846), pl. X, fig. 15, 15 b.

Lorsque nous avons décrit cet échinide, d'après le seul individu que nous avions trouvé à Biaritz, nous n'avons pu faire connaître les caractères du sommet qui avait été détérioré ; mais un des nombreux échantillons de la collection de M. Pratt nous permet de combler cette lacune, en montrant que l'élégance de cette partie ne le cède à celle d'aucune autre. L'ouverture anale est grande, sub-pentagonale et à bord très relevé. Aux cinq faces du pentagone correspondent des cordelettes de granules allongés qui viennent se rattacher comme par un nœud au sommet de chaque ambulacre. En traversant d'un sommet à l'autre l'aire interambulacraire, ces cordelettes laissent tomber au milieu de leur courbe un anneau allongé ou œillet qui entoure un pore génital. L'un de ces œillets est en outre recouvert d'un tubercule madréporiforme. L'ouverture anale est circonscrite ainsi par une sorte de guirlande pentagone, dont les angles s'attachent aux sommets des ambulacres, et dont le milieu des côtés offre un anneau entourant un pore génital.

Var. *a?* fig. 15 b. Tous les échantillons que nous avons vus provenant de Biaritz sont sensiblement pentagones et de la même taille ; celui que M. Delbos a recueilli dans l'anse de Terre-Nègre, près Saint-Palais, à l'embouchure de la Gironde, constitue au moins une forte variété. Il est parfaitement circulaire, et son diamètre est de 17 millim. au lieu de 11. L'anus est proportionnément plus petit, et son bord moins relevé ; les espaces lisses interambulacraires sont, au contraire, beaucoup plus grands. Aussi est-il probable que, lorsqu'on possédera des individus dont les ornements de la surface et surtout du sommet seront mieux conservés, cette variété devra être considérée comme une espèce distincte. Elle semble d'ailleurs être beaucoup plus voisine du *C. æquis*, Ag., cité à Biaritz, mais où nous ne l'avons jamais vu, et dont nous ne connaissons que de mauvais dessins.

ECHINOCYAMUS PLANULATUS, nob. (Agass. et Des., *loc. cit.*, p. 83), pl. X, fig. 16, *a*, *b*, *c*.

Corps très déprimé, en pentagone arrondi. Sommet organique central, d'où rayonnent cinq ambulacres courts, larges, peu apparents et fort ouverts. Dans chaque branche de l'ambulacre, les lignes de pores sont assez écartées, et ceux-ci sont réunis deux à deux par une strie. Bouche centrale grande, sub-pentagonale, arrondie aux angles. Sur son pourtour, cinq dépressions correspondent aux côtés du pentagone. Anus rond, placé entre la bouche et le bord, mais plus rapproché de ce dernier. Toute la surface du test est couverte de granulations égales, équidistantes, nombreuses, entourées d'un cercle lisse. Autour de la bouche, les cinq renflements à peine sensibles qui séparent les dépressions et correspondent aux angles du pentagone, présentent des granulations simples, beaucoup plus fines que les autres. — Diam. antéro-postérieur, 12 millim.; diam. transverse, 10; hauteur, 2.

Cette espèce, beaucoup plus plate de l'*E. occitanus*, Ag., à laquelle elle ressemble, diffère de l'*E. subcaudatus*, Des Moul., en ce qu'elle est plus déprimée, et que sa plus grande largeur, au lieu d'être du côté de l'anus, est en avant, ce qui lui donne un aspect tout à fait différent. On n'y observe pas non plus les sillons assez prononcés qui aboutissent à la bouche et paraissent remonter jusqu'aux ambulacres; enfin, la face inférieure est légèrement bombée, tandis que celle de l'*E. subcaudatus* est concave. L'*E. pyriformis*, Ag., que nous avons trouvé dans les sables inférieurs de Cassel (nord), dans le calcaire grossier de Paris et du Cotentin, est beaucoup plus petit et moins déprimé que celui de Biaritz; et l'*E. altavillensis*, si abondant dans les marnes d'Hauteville, est beaucoup plus renflé et plus arrondi. — Biaritz.

ECHINOCYAMUS SUBCAUDATUS, Agass. et Des.? (*loc. cit.*, p. 84. *Fibularia subcaudata?* Des Moul., *Tabl. syn.*, p. 244), pl. X, fig. 17, *a*, *b*.

Nous avons fait figurer un Echinocyame du lambeau tertiaire de Saint-Palais, et que MM. Agassiz et Desor ont regardé comme identique avec celui du calcaire grossier de Blaye, ou du moins comme en étant très voisin. Quoi qu'il en soit, il diffère du précédent par de bons caractères. — Saint-Palais.

PYGORHYNCHUS DESORII, nob. (Agass. et Des., *loc. cit.*, p. 102), pl. X, fig. 18, *a*, *b*.

Corps sub-orbiculaire, sub-hémisphérique, renflé en arrière, un peu déprimé en avant. Sommet central d'où rayonnent cinq ambulacres sub-pétaloïdes, courts, fort étroits, ouverts, composés de deux séries de doubles pores non géminés. La branche externe des ambulacres postérieurs est plus longue que l'interne, et il en est de même pour les ambulacres antérieurs pairs. Anus transverse, elliptique, placé au-dessus du bord; bouche inconnue, mais probablement centrale et correspondant au sommet organique. Les plaques du test, surtout dans le disque supérieur, sont inégales, bosselées et couvertes de granulations équidistantes, partout d'égale grosseur et entourées d'un anneau concave et lisse. — Diamètre, 28 millim.; plus grande hauteur, en arrière du sommet, 15.

La forme de cette espèce la distingue très bien au premier abord et ne permet pas de la confondre avec aucune autre. La bouche et le sommet, mal conservés, laissent sa description incomplète. — Biaritz.

PYGORHYNCHUS DELBOSII, Des. (*loc. cit.*, p. 103), pl. XI, fig. 1, *a*, *b*.

Corps ovalaire, régulièrement convexe et bombé en dessus, très arrondi sur les côtés et concave en dessous. Sommet sub-central, d'où rayonnent cinq ambulacres sub-pétaloïdes, ouverts inférieurement, mais dont les branches convergent vers les cinq trous oculaires. Dans chaque branche, les pores de la rangée intérieure sont ronds, ceux de l'autre rangée fort allongés. Ambulacre impair,

presque égal aux ambulacres antérieurs, et ceux-ci un peu plus courts que les postérieurs. Quatre pores génitaux grands. Bouche opposée au sommet, grande, ovale-arrondie, transverse. Anus au-dessus du bord, dans une dépression qui se prolonge au-dessous. Toute la surface du test est couverte de granulations fines, égales, équidistantes, entourées d'un cercle concave. Cinq empreintes pétaloïdes, porifères, courtes, sont disposées autour de la bouche, mais les tubercules qui les séparent sont à peine sensibles. — Grand diamètre, 60 millim.; petit diamètre, en arrière du sommet organique, 50; plus grande épaisseur en arrière du même sommet, 28.

Cette belle espèce diffère du *P. scutella*, Ag. (*Nucleolites, id.* Goldf., pl. 43, fig. 14; Des Moul.; *Cassidulus, id.*, Lamk., de Blainv.; *Clypeus, id.*, Ag., *Prod.*), en ce qu'elle est moins élevée, plus régulièrement courbe en dessus, un peu moins élargie en arrière, et que la bouche, plus rapprochée du bord, n'offre point les cinq tubercules si prononcés dans le *Pygorhynchus* des couches tertiaires de la Westphalie. Le *P. Cuvieri*, Ag. (*Clypeaster, id.*, Goldf., pl. 42, fig. 2), est beaucoup plus large et les ambulacres sont plus courts; enfin, le *P. sopitianus*, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 6, fig. 5), est bien plus conoïde, et caractérisé par le relief des aires ambulacraires. — Fontaine de Christian, près Montfort (étage supérieur de M. Delbos).

PIGAULUS?

Nous rapportons provisoirement à ce genre un petit échinoderme de Biaritz, qui est trop déformé pour être décrit et figuré.

ECHINOLAMPAS SUBSIMILIS, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. II, pl. 6, fig. 4, *a*, *b*, 1846), var. pl. X, fig. 19, *a*, *b*.

Cette variété se distingue du type de l'espèce que nous avons décrit comme provenant de Biaritz, de Trent (Tyrol) et peut-être de l'Inde, par sa forme générale un peu plus déprimée, ses contours plus arrondis, son extrémité anale moins prononcée, moins relevée d'avant en arrière, et formant une courbe régulière avec la portion antérieure du disque, enfin par sa face inférieure moins concave. La forme des ambulacres n'a pas été bien rendue dans le dessin. — Saint-Palais, près Royan.

ECHINOLAMPAS DORSALIS, Agass. et Des. (*loc. cit.*, p. 106), pl. XI, fig. 2, *a*, *b*.

Corps très déprimé, à contour sub-elliptique, s'élargissant à peine vers le tiers postérieur, plat en dessus, très faiblement concave en dessous. Sommet sub-central se rapprochant du bord antérieur. Cinq ambulacres inégaux, superficiels, sub-pétaliformes, allongés, fermés au sommet, ouverts inférieurement, composés de deux rangs de doubles pores, réunis obliquement par une strie. Ambulacre impair un peu plus étroit que les antérieurs, et ceux-ci plus courts que les postérieurs; quatre pores génitaux. Bouche transverse sub-trigone, diamétralement sous le sommet. Anus marginal, transverse, ovalaire. Surface du test uniformément couverte de tubercules miliaires, égaux. — Diamètre antéro-postérieur, 45 millim.; diamètre transverse à l'endroit du sommet, 37; hauteur, *ibid.*, 22.

Nous ne doutons point que cette espèce ne soit l'*E. dorsalis* de M. Agassiz, puisque nous la trouvons étiquetée par lui dans la collection de M. Delbos et provenant aussi de Saint-Palais; mais nous ne pouvons admettre avec le savant zoologiste que *les ambulacres postérieurs soient courts et larges;* ils ressemblent tout à fait à ceux de l'*E. subsimilis*. L'*E. dorsalis* diffère de la variété de ce dernier, que nous venons d'indiquer dans la même localité, par sa forme plus déprimée d'avant en arrière, par son périmètre plus elliptique, par sa bouche et son anus plus petits. — Saint-Palais.

Gualtieria orbignyana, Agass. et Des. (*loc. cit.*, p. 116), pl. 16, fig. 11.

Saint-Palais, près Royan.

Amphidetus subcentralis, Agass. (*loc. cit.*, p. 118), pl. XI, fig. 3, *a*.

Ayant déjà décrit et figuré plusieurs échinodermes recueillis à Saint-Palais, nous ferons de même pour l'*Amphidetus subcentralis*, que nous avons trouvé dans cette localité et que M. Agassiz a nommé, d'après le seul individu connu, et dont le disque supérieur est complétement enveloppé par la roche. Le disque inférieur, le seul par conséquent que nous puissions décrire, permet de juger que cet échinide est ovalaire, très déprimé et que sa face inférieure est légèrement convexe. La bouche sub-centrale, plus rapprochée du centre que dans les autres espèces, a ses bords brisés. Les ambulacres qui y aboutissent sont formés de séries de pièces irrégulières qui, en se joignant à d'autres dans le voisinage de la bouche, l'entourent ainsi d'une sorte de plastron. Ces plaques offrent quelques trous allongés, placés irrégulièrement et plus nombreux autour de l'ouverture buccale. Elles sont presque lisses dans cette partie; mais vers les bords, des tubercules granuleux naissent à leur surface. Ces derniers, fort nombreux et très régulièrement espacés, sont disposés symétriquement dans les aires interambulacraires. — Diamètre antéro-postérieur, 55 millim; diamètre transverse, à la hauteur de la bouche, 43 millim.; hauteur présumée, en arrière du sommet, 18. — Saint-Palais.

Brissopsis elegans, Agass. (*loc. cit.*, p. 121; *Spatangus grignonensis*, Desmar., *in* Des Moul., *Tabl. syn.*, p. 390), pl. X, fig. 20, *a*, *b*.

Corps elliptique, déprimé, un peu relevé en arrière, où il est coupé en biseau vers la face inférieure, à peine convexe. Sommet central, enfoncé, d'où rayonnent cinq ambulacres peu profonds. Ambulacre impair lisse, se continuant jusqu'à la bouche et ne présentant que deux rangs de pores simples, très écartés, au nombre de 7; ambulacres antérieurs courts, très ouverts, garnis de deux rangs de pores géminés; ambulacres postérieurs faiblement arqués, plus étroits, peu divergents; aires interambulacraires bosselées; fasciole péripétale peu distincte. Bouche semi-lunaire, placée vers le tiers antérieur; anus sous le relèvement postérieur. La surface inégale du test est couverte de tubercules de diverses grosseurs. Ceux qui bordent les ambulacres sont les plus prononcés. Sur la face inférieure, où ils sont très saillants et composés d'une base annulaire surmontée d'un mamelon arrondi, ils occupent trois régions principales: l'une, médiane, allant de la bouche à la protubérance sous-anale; les deux autres, latérales, interrompues en avant par l'ambulacre impair. — Diamètre antéro-postérieur, 29 millim.; diamètre transverse, 23; épaisseur sous le sommet, 11.

Nous décrivons et figurons ici l'échantillon de la collection de M. Delbos, étiqueté par M. Agassiz sous le nom de *B. elegans*; mais il ne se rapporte que bien imparfaitement à la caractéristique que ce savant donne de cette espèce et même à celle du genre. L'échantillon est d'ailleurs dans un assez mauvais état, surtout vers le sommet et l'ouverture anale. Nous n'avons aucune certitude que l'échantillon provenant de Saint-Palais, et fort incomplet aussi, appartienne à la même espèce. D'après ce qu'on en peut juger, il serait au moins une variété très distincte. Est-ce le même qui est cité à Saint-Estèphe (Gironde) et à Montfort, près Dax? C'est ce qui nous paraît douteux. — Nousse (étage moyen de M. Delbos).

Hemiaster complanatus, nob. (Agass. et Des., *loc. cit.*, p. 125), pl. XI, fig. 6, *a*, *b*.

Corps ovalaire, un peu relevé en arrière et déprimé en avant, à bords arrondis et légèrement convexes en dessous. Sommet sub-médian. Ambulacre impair profond, se continuant jusqu'à la bouche; point de pores visibles. Ambulacres antérieurs un peu arqués, assez courts, profonds, ouverts à l'extrémité inférieure, garnis de deux rangs de doubles pores assez espacés, non réunis;

ambulacres postérieurs égaux aux précédents et claviformes. L'espace ambulacraire, réduit à un sillon étroit, est garni de 20 paires de pores de chaque côté. Bouche très rapprochée du bord ; ouverture anale inconnue. Surface supérieure couverte de tubercules perforés assez espacés, portés sur une base circulaire, et dont les intervalles sont remplis de granulations extrêmement délicates. Face inférieure présentant deux espaces lisses qui s'étendent de la bouche à la protubérance sous-anale et comprennent entre eux une région médiane couverte de tubercules. Ceux-ci sont posés sur une base plate, squamiforme, et surmontés d'un mamelon perforé (fig. 6, *b*.)

Les dimensions et la forme exacte de cet échinide nous sont encore inconnues, mais il a paru assez caractérisé à MM. Agassiz et Desor pour être déterminé spécifiquement, et nous avons dû le décrire, tout incomplet qu'est l'échantillon. — Brassempouy (étage moyen de M. Delbos).

Hemiaster.

Petite espèce indéterminable. — Cassen (étage inférieur de M. Delbos).

Hemiaster.

Espèce globuleuse indéterminable. — Saint-Palais, près Royan. Ce sont probablement ces échantillons qui ont été pris pour le *Schizaster verticalis*, nob. (*Hemiaster*, *id.*, Agass. et Des.), mais qui en diffèrent complétement. Cette circonstance, jointe à celles que nous avons signalées précédemment, ne nous permettent pas encore d'admettre qu'il y ait aucun échinide commun au dépôt tertiaire de Saint-Palais et aux couches nummulitiques des Landes et des environs de Bayonne.

Schizaster rimosus, Des. (*loc. cit.*, p. 128), pl. XI, fig. 5, *a*, *b*, *c*.

Corps cordiforme, déprimé en dessus et en avant, relevé, sub-caréné et prolongé en rostre en arrière, arrondi sur les côtés et convexe en dessous. Sommet organique en arrière du centre de figure, et d'où rayonnent cinq ambulacres très profonds et très inégaux. Ambulacre impair lancéolé, aigu, se prolongeant jusqu'au bord, à parois verticales, concaves. Branches de l'ambulacre légèrement arquées, formées de deux séries de pores géminés ; aires ambulacraires concaves et unies. Ambulacres pairs antérieurs claviformes, un peu flexueux vers le sommet, plus courts de moitié que l'ambulacre impair. Branches formées de deux rangs de 28 couples de pores géminés, assez espacés. Ambulacres postérieurs plus courts de moitié que les antérieurs, piriformes, composés de deux rangs très recourbés de doubles pores. Aires ambulacraires fort étroites. Aires interambulacraires très relevées et comprimées autour du sommet. Bouche transverse, située vers le tiers antérieur de la base; anus transversalement ovalaire, placé sous le prolongement rostré et à une assez grande distance de la base.

La surface du test est fort inégale et bosselée. Une fasciole péripétale lisse, ou qui ne présente à la loupe qu'un grillage extrêmement fin, passe par les extrémités des ambulacres antérieurs, remonte en formant une courbe concave et sinueuse pour joindre les extrémités des ambulacres postérieurs et traverse la carène en réunissant ces derniers. Une autre fasciole paraît quelquefois se séparer de la précédente vers le haut des ambulacres antérieurs, se dirigeant en ligne droite vers la protubérance sous-anale de la base. Le reste du disque supérieur est couvert de tubercules nombreux, inégaux, d'autant plus larges et plus élevés qu'ils sont plus rapprochés du pourtour. Ces tubercules sont composés de trois parties distinctes : une base circulaire plate, squamiforme, très nettement détachée est surmontée d'un bourrelet que couronne un mamelon souvent perforé. Celui-ci ne se trouve point dans l'axe du bourrelet, ni ce dernier au milieu de sa base, de sorte que, pris dans leur ensemble, tous ces tubercules inclinent vers le pourtour du test, et cette disposition se continuant en dessous, chaque tubercule a ses trois parties superposées obliquement vers la bouche. Cinq bandes lisses convergent vers cette dernière, et séparent un même nombre de régions porifères. — Diamètre

antéro-postérieur des plus grands individus, 50 millim.; diamètre transverse un peu au-dessous du sommet, 45; hauteur du sommet, 31.

Cette espèce, quoique très commune dans les couches nummulitiques des Pyrénées-Occidentales, ne nous est pas cependant parfaitement connue, à cause de la minceur de son test. Les échantillons sont toujours plus ou moins brisés ou déformés. Nous l'avions d'abord rapprochée, quoique avec doute, du *Spatangus acuminatus*, Goldf. (pl. 49, fig. 2), et nous renvoyons à notre premier Mémoire sur les fossiles de Biaritz (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, p. 203, 1846) pour sa comparaison avec des espèces voisines. — Biaritz. — Christian, près Montfort, Laplante, Nousse (étage moyen de M. Delbos).

SCHIZASTER VICINALIS, Agass. (*loc. cit.*, p. 127), pl. XI, fig. 4, *a*, *b*.

Corps ovoïde, déprimé en avant, élevé et caréné en arrière, arrondi sur les côtés et convexe en dessous. Sommet enfoncé, situé presque au tiers postérieur, et d'où rayonnent cinq ambulacres très inégaux et profonds. Ambulacre impair canaliculé, se prolongeant jusqu'à la bouche. Ambulacres antérieurs, de moitié moins longs que le précédent, légèrement recourbés en dehors à leur extrémité, et garnis de deux séries de doubles pores. Ambulacres postérieurs très courts. Aires interambulacraires très relevées et étroites. Bouche grande, semi-lunaire, très rapprochée du bord. Anus situé sous la pointe de la carène. Surface du test bosselée, couverte de granulations portées sur une base circulaire plane, à peu près comme dans l'espèce précédente. La face inférieure, convexe, présente une région médiane limitée entre deux bandes lisses, et couverte de granulations semblables à celles des bords. — Diamètre antéro-postérieur, 34 millim.; diamètre transverse passant par le sommet, 31; plus grande hauteur en arrière du sommet, 23.

Cette espèce, que l'état des échantillons ne nous a pas permis de décrire complétement, quoique voisine du *S. rimosus*, est plus petite, plus régulièrement ovoïde et moins rostrée en arrière. Elle est plus allongée que le *H. acuminatus* (*Spatangus id.*, Goldf., pl. 49, fig. 2). Ses ambulacres sont moins pétaloïdes ou moins larges, et sa courbe supérieure, régulièrement arrondie, diffère complétement du profil de l'espèce de Cassel comme des autres qui lui ressemblent. — Saint-Palais, près Royan. Quoique citée aussi à Biaritz, nous doutons beaucoup qu'elle y ait été trouvée.

Les espèces suivantes, mentionnées par MM. Agassiz et Desor, comme provenant des couches nummulitiques dont nous nous occupons, ou n'ont pas été étudiées directement par nous, ou nous laissent des doutes sur leur véritable gisement. — C'est par erreur que nous avions cité à Biaritz la *Nucleolites castanea*, Goldf., et le *Spatangus suborbicularis*, Defr. (*Mém. de la Soc. géol.*, vol. II, p. 180, 1837).

PYGORHYNCHUS HEPTAGONUS, Des., *loc. cit.*, p. 103.

Montfort, près Dax.

CONOCLYPUS OVUM, Agass. (*loc. cit.*, p. 109), *Galerites*, *id.*, Grat., pl. 2, fig. 20.

Environs de Dax.

CONOCLYPUS CONOIDEUS, Agass. (*ib.*, p. 109), *Galerites*, *id.*, Lam.; *Clypeaster*, *id.*, Goldf., pl. 41, fig. 8.

Cette espèce, citée par M. Delbos aux environs de Dax, a été trouvée récemment dans le groupe nummulitique des Asturies, par M. de Verneuil, puis dans les mêmes couches du canton d'Appenzell, à Einseideln, au Kressenberg en Bavière, à Nice, dans le Vicentin, en Crimée et en Égypte.

EUPATAGUS BRISSOIDES, Agass. (*ib.*, p. 116), *Spatangus*, *id.*, Des Moul.; *S. punctatus*, Grat., pl. 1, fig. 11.

Montfort, près Dax. — C'est à tort que l'*Eupatagus ornatus* (*Spatangus*, *id.*, Defr., Brong.), si fréquent à Biaritz, a été cité dans l'Inde (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér.. vol. VI, p. 369); mais nous l'avons reconnu dans la collection de M. Bertrand-Geslin, qui l'avait recueilli dans le Vicentin.

HEMIASTER FOVEATUS, Des. (*ib.*, p. 123).

Montfort, près Dax.

SCHIZASTER SUBINCURVATUS, Agass. (*ib.*, p. 127).

Cité à Saint-Palais, ainsi que le *S. lineatus* mentionné p. 128, mais qui ne se trouve point parmi les espèces décrites. — Vérone, Priabona, près Castel-Gomberto.

SCHIZASTER AMBULACRUM, Agass. (*ib.*, p. 127); *Spatangus*, *id.*, Desh. (*Coq. caract.*, pl. 7, fig. 4).

Cité à Biaritz, mais très douteux suivant nous.

MICRASTER AQUITANICUS, Agass., (*ib.*, p. 130); *Spatangus*, *id.*, Grat., pl. 2, fig. 17.

Dans les couches nummulitiques de Laplante, près Montfort.

ANNÉLIDES.

SERPULA SPIRULÆA, Lam.

(Voyez, pour la synonymie, *Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, p. 206.)

Biaritz, Christian, près Montfort (étage moyen de M. Delbos). Brassempouy, Gibret (étage moyen). — *Id.*, variété? Trabay (étage inférieur), Bos-d'Arros. Les Asturies, d'après M. de Verneuil. Priabona (Vicentin), d'après M. Bertrand Geslin. Les Alpes françaises, suisses et de la Bavière orientale. M. P. de Tchihatcheff l'a trouvée à Zafranboli (Asie Mineure).

SERPULA CORRUGATA de Munst., Goldf., var. nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 7, fig. 5).

Biaritz.

SERPULA DILATATA, nob. (*ibid.*, pl. 7, fig. 2, *a*).

Biaritz.

SERPULA ERUCA, nob. (*ibid.*, pl. 7, fig. 8, *a.*), pl. IX, fig. 34, *a*.

Nous avons fait représenter un échantillon plus complet que ceux de la collection de M. Thorent, et qui fait voir que cette espèce, extrêmement délicate et souvent flexueuse, se replie sur elle-même, et présente deux rangées de granulations de chaque côté. — Biaritz.

SERPULA ALATA, nov. sp., pl. IX, fig. 33, *a*, *b*.

Corps droit, en cône très allongé, à ouverture circulaire, noduleux et rugueux au dehors, garni de bourrelets transverses, irréguliers, échelonnés et interrompus par des sillons longitudinaux moins prononcés. Des expansions aliformes, opposées, irrégulièrement découpées, s'étendent des deux côtés, de la base au sommet. Les stries d'accroissement plus ou moins grossières qui les sillonnent en travers sont arquées, se réunissent vers le milieu pour se redresser vers les bords. Quelquefois les bourrelets transverses ne se trouvent que d'un côté du tube, et le côté opposé est assez uniforme; d'autres fois, il y en a à peu près autant sur chaque face, et l'ouverture, vue en dessus, offre alors deux bourrelets opposés et deux expansions ailées.

Cette espèce remarquable paraît atteindre 45 à 50 millim. de hauteur. Vers le bas, les bourrelets transverses sont beaucoup plus serrés, équidistants et assez réguliers; mais, de la base au sommet, quelle que soit la forme des accidents extérieurs, la coupe du tube donne constamment un cercle. — Biaritz.

SERPULA FUNICULOSA, nov. sp.

Petite espèce articulée en chaînette ou noduleuse, mais trop mal conservée pour être décrite et figurée. — Biaritz.

SERPULA INSCRIPTA, nov. sp., pl. IX, fig. 35, *a*.

Cette espèce, dont nous ne connaissons que des portions très courtes, très flexueuses, irrégulièrement enroulées, diffère des précédentes, mais est encore imparfaitement caractérisée. La surface est complétement occupée par un grillage régulier, ondulé, que déterminent des côtes longitudinales alternativement grosses et petites, croisées par des côtes ou anneaux transverses, flexueux, qui, à leur passage sur les grosses côtes longitudinales, y déterminent une sorte de granulation. La section du tube donne constamment un cercle. — Biaritz. Nous devons cette espèce à l'obligeance de M. Alex. Rouault, qui signale dans les couches nummulitiques de Bos-d'Arros un corps serpuliforme peu différent de celui-ci.

MOLLUSQUES.

CIRRHIPÈDES.

1. BALANUS.

Un seul échantillon incomplet provenant de Biaritz a la plus grande analogie avec une espèce des marnes sub-apennines, dont nous ne connaissons également qu'un seul individu assez voisin d'ailleurs du *B. stellaris*, Brocc., avec lequel on le rencontre.

CONCHIFÈRES DIMYAIRES.

1. TEREDO TOURNALI, Leym., pl. XII, fig. 1, 1 *bis*, *a*, *b*.

Nous n'avons fait figurer qu'un individu jeune de ce corps serpuliforme, les individus adultes étant identiques avec ceux qu'a décrits M. Leymerie (pl. 14, fig. 24). En dégageant l'un des plus grands de l'argile sableuse dont il était rempli, nous y avons trouvé deux corps spatuliformes semblables (fig. 1 *bis*, *a*, *b*) qui sont peut-être les palettes destinées à fermer l'extrémité supérieure du tube. Ces corps sont composés de lames imbriquées, planes ou à bords un peu relevés à l'une de leurs extrémités, repliées et roulées en forme de cornet à l'extrémité opposée. En s'emboîtant les uns dans les autres, ces cornets produisent un tube cylindrique qui se projette en avant de la lame inférieure ou la plus ancienne. — Biaritz. — Les Corbières.

1. PHOLADOMYA PUSCHII, Goldf., pl. 158, fig. 3.

Nous ajouterons à ce que nous avons déjà dit de cette coquille (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. II, p. 208) qu'elle a été représentée par Sowerby (*Miner. conch.*, pl. 297, fig. 3) et confondue avec la *Cardita margaritacea*, et qu'elle diffère de la *P. Veissii*, Phil. (Dunker et von Meyer, *Beitr. zur naturgesc. der Vorwelt*, pl. 7, fig. 3), par les granulations allongées des côtes qui ne paraissent pas exister dans cette dernière. — Biaritz. — Westphalie, Rouaine (Basses-Alpes), Nice, Vicentin, groupe nummulitique de la chaîne d'Hala (Sinde).

1. SOLEN STRIGILLATUS, Lam., var. *minor*, Desh., pl. 2, fig. 22, 23.

Biaritz. — Bassin de la Seine. — Le type de l'espèce, signalé à l'état fossile dans les bassins de la Garonne, de l'Adour, aux environs de Vienne (Autriche) et en Italie, vit encore dans la Méditerranée.

1. CRASSATELLA COMPRESSA, Lam., Desh., pl. 3, fig. 8, var. *b*.

Biaritz. — Calcaire grossier des environs de Paris.

1. CORBULA RUGOSA, Lam., Desh. pl. 7, fig. 16, 17, 22.

Biaritz. — Calcaire grossier des environs de Paris, de Bordeaux, etc.

2. CORBULA STRIATA, Lam.? var. Desh., pl. 8, fig. 1, 2, 3; pl. 9, fig. 1, 2, 3, 4, 5.

Une seule valve, mal conservée, nous laisse quelques doutes sur son rapprochement avec une petite variété des sables inférieurs du Soissonnais. — Biaritz. — Bassin de la Seine.

3. CORBULA ARCHIACI, Alex. Rouault (*vide posteà*).

Cette espèce, qui a quelque rapport avec la *C. pisum*, Sow., en a été séparée avec raison par M. Alex. Rouault dans le Mémoire ci-après. — Biaritz, Bos-d'Arros.

1. TELLINA BIANGULARIS, Desh.? pl. 12, fig. 1, 2.

Biaritz. — Calcaire grossier de Paris.

1. LUCINA MUTABILIS, Lam., Desh.? pl. 14, fig. 6, 7.

Biaritz. — Calcaire grossier du bassin de la Seine et du Cotentin. Groupe calcaréo-sableux de la Belgique.

2. LUCINA GOODHALLI, Sow.? *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, 2e série, pl. 8, fig. 7.

Moule dont la forme ressemble beaucoup à la coquille du *London clay* d'Hampstead. — Biaritz.

1. ASTARTE PRATTII, nov. sp., pl. XII, fig. 2, *a*, *b*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, vol. IV, p. 1010, 1847.)

Coquille sub-lenticulaire, très déprimée, à bords arrondis. Crochets très petits, pointus, contigus. Surface extérieure des valves à peine convexe, très aplatie dans le voisinage des crochets, où elle présente 8 à 10 plis concentriques, larges, et couverte, sur tout le reste, de stries d'accroissement fines, irrégulières, inégales et fort serrées. Corselet étroit; ligament court; lunule étroite, allongée, peu prononcée. Test fort épais. Lame cardinale triangulaire. Une dent médiane accompagnée de deux fossettes sur la valve droite; deux dents séparées par une fossette sur la valve gauche. — Hauteur, 15 millim.; largeur, 13; épaisseur, 6.

Cette espèce a quelques rapports avec l'*A. Kickxii*, Nyst. (pl. 10, fig. 3), mais elle est beaucoup plus déprimée, moins large, plus arrondie vers le bas et plus pointue au sommet; elle ne présente, en outre, de plis prononcés que dans cette dernière partie. Elle aurait plus d'analogie avec l'*A. striato-costata* de Munst., Goldf. (pl. 134, fig. 18), de la formation jurassique, dont elle diffère cependant par les mêmes caractères. Cette dernière n'a aussi de plis prononcés que dans la région des crochets et l'épaisseur de son test, comme son aplatissement la rapproche de la coquille de Biaritz.

1. CYTHEREA NITIDULA? Lam., Desh., pl. 21, fig. 3-6.

C'est à tort que nous avions, comme M. Pratt, rapporté (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, p. 208) à la *Venus transversa*, Sow., des moules de cette espèce, qui sont également très voisins de la *V. tenuistriata*, Sow. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. V, pl. 8, fig. 8), provenant du *London clay* d'Hampstead. — Biaritz. — Calcaire grossier de Paris, etc.

2. Cytherea lævigata? Lam., Desh., pl. 20, fig. 12, 13.

Le mauvais état du seul échantillon que nous ayons sous les yeux ne permet pas un rapprochement plus certain que pour les précédents et les suivants.—Biaritz.—Calcaire grossier, Belgique, etc.

3. Cytherea suberycinoides, Desh.? pl. 22, fig. 8, 9.

Moule très incomplet. — Biaritz. — Bassin de la Seine, Belgique.

4. Cytherea incrassata var.? Sow., pl. 155, fig. 2; Nyst., pl. 13, fig. 6 *non* id., Desh.; *Venus* id., Brocc., Goldf.

Nous rapportons avec doute à cette espèce, d'ailleurs assez variable, une coquille incomplète, qui paraît en différer par sa forme plus trigone, très renflée en arrière et dont les crochets sont très recourbés, caractères qui l'éloignent aussi de la *C. Verneuili*, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. II, pl. 7, fig. 10). — Biaritz. — Nord de la France, Belgique, Angleterre.

1. Venus lineolata? Sow., pl. 422, fig. 2.

Moule se rapprochant du moins beaucoup de cette espèce. — Biaritz. — Argile de Londres.

2. Venus?

Cette coquille, très altérée, rappelle par sa forme la *Nucula compressa*, Sow. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ sér., vol. V, pl. 8, fig. 14) de l'argile de Londres, ou un individu très jeune de la *Cytherea polita*, Lam. — Biaritz.

1. Venericardia Barrandei, nov. sp., pl. XII, fig. 3, *a*, *b*, 4.

Coquille orbiculaire, renflée vers les crochets, couverte de 35 à 37 côtes arrondies, peu élevées, rayonnantes, séparées par des sillons linéaires et traversées par des stries concentriques régulières, très prononcées, serrées, dont 5 ou 6 accompagnent des bourrelets d'accroissement. En passant sur les côtes, ces stries y déterminent des plis transverses, réguliers, sub-imbriqués, très rapprochés, qui donnent à la surface l'aspect d'un ouvrage de vannerie très élégant. Vers le tiers postérieur de la coquille, on remarque une dépression qui s'étend du sommet jusqu'au bord en comprenant la largeur de trois côtes. Crochets petits; lunule cordiforme très enfoncée; bord des valves crénelé. Charnière imparfaitement connue. — Largeur, 12 millim.; hauteur, 12; épaisseur, 7.

Var. *a* (fig. 4). Coquille plus haute que large. Crochets moins recourbés et plus proéminents. Lunule plus enfoncée encore que dans le type de l'espèce.

Les seules Vénéricardes avec lesquelles la nôtre pourrait être confondue, soit par sa forme générale, soit par le nombre de ses côtes, sont les *V. asperula*, Desh., et *imbricata*, Lam., var. *minor*. Mais ses côtes sont encore plus nombreuses que dans ces deux espèces, et ce qui l'en distingue surtout, c'est leur aplatissement et leur largeur comparés aux sillons linéaires et superficiels qui les séparent. Dans les Vénéricardes précitées, les côtes plus étroites sont nettemeut séparées par des sillons profonds dont la largeur égale celle des côtes ou est même plus grande. La lunule si remarquable de la *V. Barrandei* la sépare tout à fait des *V. orbicularis* et *scalaris*, Sow., et *avellana*, Phil. (Dunker et V. Meyer, pl. 10, fig. 11). — Biaritz.

2. Venericardia subvicinalis, nov. sp., pl. XII, fig. 5, *a*.

Nous avons fait représenter une portion de valve très fruste à l'extérieur où l'on aperçoit seulement des traces de côtes rayonnantes, aussi nombreuses que dans l'espèce précédente, mais beaucoup plus

étroites. Le crochet droit, la lunule très profonde, la lame cardinale épaisse, haute, pourvue sur la valve droite de deux dents très fortes, caractérisent suffisamment cette espèce, tout incomplet qu'en soit l'échantillon. La forme du crochet et le nombre des côtes l'éloignent de la *V. vicinalis*, Leym. (pl. 15, fig. 9), et ces caractères, joints à ceux de la charnière, ne permettent pas de la confondre avec certaines variétés de la *V. angusticostata*, Desh. (pl. 27. fig. 5, 6), ni avec les *Cardita analis* et *Dunkeri*, Phil. (Dunker et H. de Meyer, pl. 7, fig. 6, 7). — Biaritz.

1. CARDIUM INSCRIPTUM, nov. sp.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Nous désignerons sous ce nom un moule que nous n'avons pas fait dessiner à cause de son mauvais état, et dont la forme, rare dans les couches de cette époque, est au contraire fréquente dans celles de la formation crétacée. Ainsi il a beaucoup de rapports avec le *C. Moutonianum*, d'Orb. (pl. 248). Seulement les crochets sont moins larges, plus pointus et plus recourbés. Les côtes sont à peu près en même nombre, de la même grosseur et aussi régulières. — Biaritz.

2. CARDIUM.

Moule très déformé, voisin du *Cardium rachitis*, Desh., pl. 29, fig. 1, 2.

1. CYPRICARDIA? RUGOSA, nov. sp., pl. XII, fig. 6.

Petite coquille sub-trapézoïdale, un peu renflée, couverte de plis concentriques, inégaux et très prononcés. Crochets arrondis faiblement recourbés. C'est avec la plus grande incertitude que nous plaçons dans le genre Cypricarde cette espèce, dont nous ne connaissons que le moule d'une valve. — Biaritz.

2. CYPRICARDIA INCERTA, nov. sp., pl. XII, fig. 7, *a*.

Le moule de cette coquille est transverse, renflé, extrêmement oblique ; les crochets proéminents dépassent le bord antérieur. Sa place dans ce genre est également très douteuse. — Biaritz.

1. ARCA BARBATULA, Lam., Desh., pl. 32, fig. 11, 12.

Biaritz. — Calcaire grossier des environs de Paris, Belgique.

2. ARCA.

Coquille très voisine de l'*A. cucullata*, Desh. (pl. 33, fig. 1, 2, 3), mais plus carénée, plus rostrée et un peu plus grande. Sa surface assez fruste et l'absence de charnière n'en permettent pas une détermination plus complète. — Biaritz.

1. NUCULA MARGARITACEA, Lam., Desh., pl. 36, fig. 13 à 21.

Biaritz.—Fossile dans les trois formations tertiaires, et vivante dans la Méditerranée et l'Atlantique.

2. NUCULA DEPRESSA, Nyst, pl. 15, fig. 7, *a*, *b*.

Biaritz. — Anvers, Maryland.

3. NUCULA?

Des fragments qui paraissent appartenir à une grande espèce de ce genre ont été recueillis par M. Delbos à Hontet, dans un calcaire marneux, jaunâtre, micacé, qu'il rapporte à son étage inférieur.

1. Stalagmium Nystii, Gal., Nyst, pl. 18, fig. 6, *a*, *b*.

Biaritz. — Groupe calcaréo-sableux de la Belgique.

2. Stalagmium aviculoides, nov. sp., pl. XII, fig. 11, *a*.

Coquille aviculoïde, déprimée, très oblique et très inéquilatérale, couverte de plis concentriques flexueux, traversés par des plis rayonnants, droits, filiformes et de deux sortes : les uns, continus des crochets jusqu'aux bords, sont d'autant plus serrés qu'ils se rapprochent davantage du bord antérieur ; les autres, placés en intermédiaire, de moitié plus fins, discontinus ou interrompus à l'endroit des plis transverses, ne sont plus représentés sur le côté postérieur que par des écailles plates, allongées et appliquées sur la valve. Crochet petit, recourbé, touchant la charnière. Ligne cardinale supérieure droite. Lame cardinale large et plane portant deux séries obliques et séparées de dents lamelleuses. L'une part du ligament, immédiatement sous le crochet, et aboutit au-dessus de l'impression musculaire antérieure ; l'autre, plus longue et plus oblique, partant aussi de la surface du ligament, se termine à l'impression musculaire postérieure. L'espace que laissent entre elles ces deux séries est couvert de granulations peu régulières, et divisé lui-même en deux par un sillon lisse allant du ligament au bord interne de la lame cardinale. Surface du ligament très étroite, pourvue de 6 ou 7 stries droites, filiformes, divergeant très obliquement des crochets. Impression musculaire antérieure petite et arrondie ; la postérieure plus grande et allongée. Intérieur de la coquille lisse ; bords tranchants. — Hauteur, environ 15 millim. ; largeur, 20 ; épaisseur, 8 1/2.

Nous ne connaissons encore qu'une valve un peu détériorée de cette coquille remarquable que nous plaçons provisoirement dans le genre *Stalagmium* de M. Conrad (*Myoparo* de M. Lea), dont elle se rapproche plus que d'aucun autre. Ainsi des trois espèces décrites jusqu'à présent, deux se trouvent à Biaritz et la troisième dans le terrain tertiaire des États-Unis.

1. Trigonocœlia Goldfussi, Nyst? pl. 19, fig. 4, *a*, *b*, *c*; *Pectunculus minutus*, Goldf., pl. 127, fig. 1.

Nous rapportons à cette espèce une valve incomplète, qui en diffère cependant un peu par les stries concentriques de sa surface, beaucoup plus profondes que dans les individus de Kleyn-Spauwen, de Bünde, etc., et dont les stries rayonnantes, au contraire, ne s'observent qu'au fond des précédentes et sont interrompues sur les plis anguleux qui les séparent, comme dans la *T. aurita* (*Pectunculus auritus*, Brocc.), dont notre coquille est aussi extrêmement voisine. D'autres échantillons pourront seuls faire cesser les doutes sur ce rapprochement. — Biaritz. — Belgique, Westphalie.

1. Chama antescripta, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. II, pl. 7. fig. 12 ; *Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010, 1847).

Dans le mémoire précédent, nous n'avons pu décrire qu'un individu peu complet de cette espèce, mais ceux que nous trouvons dans la collection de M. Pratt, tout en justifiant son établissement, montrent qu'elle atteint de plus grandes dimensions que celles que nous lui avions assignées, et un échantillon, que nous devons à M. Graves, a jusqu'à 40 millim. de large sur 37 de haut. Les lames imbriquées sont en général plus nombreuses et plus rapprochées que dans l'individu figuré, et cela surtout vers la partie postérieure de la coquille. Dans quelques individus de grande taille, que nous rapportons provisoirement à cette espèce et dont la surface d'adhérence est très large, on remarque vers le bord, sur le pourtour de la coquille, l'absence presque complète de lamelles concentriques qui sont remplacées par des plis courts, rayonnants, plus ou moins prononcés, et accompagnés de quelques épines fortes, disposées dans le même sens. — Biaritz.

2. Chama granulosa, nov. sp., pl. XII, fig. 9, *a*, 10, *a*.

Coquille petite, sub-orbiculaire ; valve inférieure profonde, présentant à sa surface 5 ou 6 lamelles concentriques, flexueuses, couvertes de stries rayonnantes, serrées, assez régulières et formées par des rangées de fines granulations. Ces dernières manquent dans le voisinage et en arrière du crochet, qui est très recourbé, et dont la partie antérieure était adhérente comme dans certaines Exogyres. Lame cardinale étroite, garnie d'une forte dent comprimée sous le crochet, d'une fossette allongée et oblique, puis au delà, d'un sillon finement dentelé. Impressions musculaires et palléale bien apparentes. Toute la région palléale est garnie de stries ponctuées très délicates. Valve supérieure un peu renflée vers le crochet, et présentant, au dehors comme au dedans, les mêmes ornements que l'inférieure. Une fossette profonde sous le crochet ; au-dessus une dent comprimée oblique et un sillon correspondant à la fossette et au sillon de l'autre valve. — Hauteur, 14 millim. ; largeur, 12 ; épaisseur, 8.

Cette espèce se distingue bien de ses congénères par le petit nombre de ses lamelles et par la régularité de ses lignes granuleuses. Elle nous a été communiquée par M. Alex. Rouault. — Biaritz.

CONCHIFÈRES MONOMYAIRES.

1. Mytilus subcarinatus (*Modiola, id.*), Lam., Desh., pl. 39, fig. 4, 5.

Biaritz. — Calcaire grossier des environs de Paris. — Argile de Londres.

2. Mytilus sericeus? Bronn, Goldf., pl. 131, fig. 12 ; Nyst, pl. 21, fig. 2.

C'est avec quelque doute que nous rapportons à cette espèce une coquille très empâtée dans la roche et qui est plus petite que celle figurée par les auteurs. Des moules de cette même coquille pourraient peut-être la faire regarder comme une variété *minor* du véritable *M. sericeus* — Biaritz. — Anvers, Westphalie, Vienne, Castel-Arquato, Palerme.

3. Mytilus subhillanus, nov. sp., pl. XII, fig. 8, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Moule très allongé, déprimé, cunéiforme, rétréci au sommet, dilaté à la base. Crochets subterminaux, petits, renflés, très recourbés, d'où part une sorte de carène arrondie, se prolongeant en s'atténuant vers la base. Bord antérieur presque droit, se réunissant par une courbe au bord inférieur. Celui-ci est largement arqué, pour joindre le bord postérieur qui est droit, ou légèrement concave. — Hauteur, 20 millim. ; largeur, 11 ; épaisseur, 7.

Cette coquille, qui devait ressembler à un individu jeune de la *Modiola hillana*, Sow. (pl. 212, fig. 2), nous a paru différer essentiellement de toutes les espèces tertiaires décrites jusqu'à présent Néanmoins, comme nous n'en connaissons que le moule, il serait possible qu'elle se rapprochât des *Modiola pectinata*, Lam., Desh. (pl. 39, fig. 6, 7), ou *acuminata*, Desh. (pl. 40, fig, 9, 10, 11).

1. Lima Bellardii, nov. sp., pl. XII, fig. 12.

Coquille très déprimée, extrêmement mince, coupée carrément en dessus et à crochets terminaux. Cotés antérieur et postérieur presque droits, réunis par le bord inférieur elliptique où aboutissent 9 ou 10 côtes filiformes, rayonnant du crochet et partageant la surface en trois régions inégales. Des stries d'accroissement très délicates, peu régulières, traversent ces côtes pour se continuer sur les parties antérieure et postérieure des valves. Ligne cardinale oblique, courte, imparfaitement connue, comme la charnière et l'intérieur de la coquille. — Hauteur, 13 millim. ; largeur, 7 ; épaisseur, 2.

Cette petite espèce, d'une minceur extrême, nous a présenté des caractères trop prononcés, quoique encore incomplets, pour ne pas la figurer telle au moins que nous la connaissons.— Biaritz.

2. LIMA TRABAYENSIS, nov., sp., pl. XII, fig. 13, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Coquille bombée, arrondie en demi-cercle vers sa base. Crochet médiocre, peu recourbé. Arêtes cardinales droites, inégales, et faisant entre elles un angle de 110°. Surface du test lisse, brillante, marquée de stries d'accroissement concentriques, très fines, inégales, et de stries rayonnantes, un peu flexueuses, visibles seulement à la loupe. Dans le voisinage du crochet, ces dernières sont très délicatement ponctuées, et sur les côtés elles deviennent plus prononcées dans toute leur longueur. — Hauteur, 22 millim.; largeur, 22; épaisseur des deux valves réunies, 10.

Quoique nous ne connaissions qu'un échantillon incomplet de cette coquille, il méritait d'être signalé à cause de sa forme, qui est celle des Plagiostomes secondaires, et qui devient très rare dans les dépôts postérieurs à la craie. — Trabay; étage inférieur de M. Delbos.

1. PECTEN SUBDISCORS, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. II, pl. 8, fig. 10, 1846).

Biaritz.

2. PECTEN SUBTRIPARTITUS, nov. sp., pl. XII, fig. 14, *a*, 15, 16, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010, 1847; *Pecten tripartitus*, *Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 210.)

Coquille orbiculaire, déprimée, équivalve, sub-équilatérale. Crochets petits, pointus. Arêtes cardinales légèrement concaves; l'antérieure plus courte que la postérieure, l'une et l'autre faisant entre elles un angle de 100°. Bord cardinal droit; bords latéraux et inférieur formant une courbe circulaire. Valves couvertes de 26 à 28 côtes rayonnantes, arrondies, séparées par des intervalles ou sillons égaux entre eux, mais moins larges que les côtes. Celles-ci et les sillons sont divisés par des stries longitudinales dont le nombre varie de 2 à 6 dans chaque intervalle. En se rapprochant des arêtes cardinales, les côtes s'affaiblissent, les stries persistent, et sur les bords ces dernières se montrent seules, nombreuses et très rapprochées. On distingue, en outre, au fond des sillons, des stries longitudinales, courtes, beaucoup plus fines que les précédentes. Des stries transverses, concentriques, serrées, très régulières, ondulées, lamelleuses et écailleuses à leur passage sur les stries longitudinales, étendent sur toute la coquille un réseau délicat. Oreillettes presque égales, assez grandes, avec 8 ou 10 stries divergentes, traversées par des stries verticales, fines, serrées et un peu écailleuses. Oreillette antérieure de la valve droite profondément échancrée (fig. 14). — Hauteur des plus grands individus, 35 millim.; largeur, 35; épaisseur, 12.

Nous avions déjà hésité, dans notre premier mémoire, à regarder cette coquille comme l'analogue de celle du bassin de la Seine, et notre incertitude provenait des rapports que nous avions cru apercevoir entre les échantillons de Biaritz, et les *P. sulcatus* et *reconditus*, Sow., du crag, d'une part, et certaines variétés du *P. scabrellus*, Lam., de l'autre. Si nous la distinguons aujourd'hui à titre d'espèce, c'est que l'examen d'un plus grand nombre d'échantillons nous a permis de constater des différences réelles et constantes. Elle ne porte, en effet, que 26 à 28 côtes au lieu de 30 à 32, et un seul individu, que nous avons fait représenter (fig. 16, *a*) comme pouvant constituer une variété, nous a offert 2 stries dans les intervalles, et se rapproche par conséquent davantage du *P. tripartitus;* sur la plupart des autres il y en a 4 ou 6. D'après M. Deshayes, les côtes postérieures du *P. tripartitus* sont souvent simples et les intervalles striés obliquement; dans le nôtre, au contraire, les côtes s subdivisent tout à fait en faisceaux vers les deux bords par les stries longitudinales, et les intervalle

sont finement striés en long. La coquille de Biaritz est constamment plus grande que celle du calcaire grossier, et plus petite que le *P. sulcatus*, Sow., dont les côtes plus larges sont plus profondément sillonnées dans les deux sens et plus rugueuses. Le *P. scabrellus*, Lam., n'a que 15 à 20 côtes au plus, et les sillons sont plus larges que les côtes. Le *P. multistriatus*, Desh. (pl. 41, fig. 18, 19, 20, 21, et pl. 44, fig. 5, 6, 7), porte 35 côtes qui ne paraissent pas être striées dans leur longueur. Quant au *Pecten* des faluns de Doué que nous avions rapproché de ceux de Biaritz, il en serait une variété *minor*, avec 22 ou 23 côtes seulement.

3. Pecten ornatus, Desh. (pl. 44, fig. 13-15); var., pl. XII, fig. 17, *a*.

N'ayant encore vu que la valve gauche de ce *Pecten*, nous nous bornerons à le distinguer, quant à présent, à titre de variété. Il est plus allongé que celui du calcaire grossier, porte 24 côtes au lieu de 18 à 20, et celles-ci sont moins tranchantes. Les oreillettes ont 8 ou 9 stries filiformes, divergentes, égales, au lieu de 4 grosses et de 2 petites dans chaque intervalle. Le *P. radians*, Nyst (pl. 14, fig. 3), du crag d'Anvers, et le *P. venustus*, Goldf. (p. 47, fig. 1), des couches tertiaires de la Westphalie, en sont encore très voisins, quoique les côtes soient moins nombreuses. — Biaritz.

4. Pecten Gravesi, nov. sp., pl. XII, fig. 18, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Coquille sub-orbiculaire, équilatérale, régulièrement bombée. Crochet pointu, déprimé en dessus. Angle apicial de 100°. Arêtes latérales droites. Bords latéraux et inférieur formant les trois quarts d'un cercle. Valve gauche (la seule que nous connaissions) ornée de 25 ou 26 côtes rayonnantes, très régulières, égales, équidistantes, et séparées par des intervalles égaux et profonds. Elles sont surmontées d'écailles imbriquées, également espacées et plus relevées sur les côtés de la coquille qu'au milieu. Chaque côte est accompagnée de deux rangs d'épines, redressées, très délicates, remontant jusque vers la région des crochets où elles sont remplacées par des stries transverses, très serrées, qui occupent le fond des sillons, tandis qu'en redescendant vers les bords cette même partie est couverte d'un réseau de stries excessivement déliées. Bord cardinal droit. Oreillettes égales, avec 5 ou 6 plis divergents, traversés par les stries d'accroissement qui les rendent écailleux. — Hauteur, 21 millim.; largeur, 20 ; épaisseur, 5.

Nous avions d'abord rapproché cette espèce du *P. imbricatus*, Desh. (pl. 44, fig. 16-18), mais outre qu'elle n'a que 26 côtes au lieu de 36 à 38 qu'indique M. Deshayes, les rangées d'épines qui les accompagnent manquent dans la coquille du calcaire grossier. Du moins l'auteur n'en parle point, bien que la fig. 18 semble montrer un rang d'écailles au fond de chaque sillon. De plus, le *P. Gravesi* a des arêtes latérales droites et non concaves, sa forme générale est plus orbiculaire et les oreillettes diffèrent également. — Biaritz.

5. Pecten Michelotii, nov. sp., pl. XII, fig. 20, *a*, *b*, *c*, 21, *a*, *b*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Coquille équilatérale, inéquivalve. Valve droite très bombée. Crochet renflé, large, arrondi et très recourbé. Arêtes latérales concaves. Bord inférieur semi-circulaire; bord cardinal droit. Surface ornée de 20 à 22 côtes rayonnantes, régulières, égales, séparées par des intervalles ou sillons plus étroits, mais égaux entre eux. Les côtes sont arrondies et lisses, ou quelquefois divisées à leur sommet par une strie longitudinale. Les sillons sont occupés par de petits plis squameux, transverses, égaux et également espacés depuis le crochet jusqu'aux bords. Oreillettes probablement égales, portant 4 ou 5 plis divergents, traversés par des stries verticales, ondulées ou rugueuses. Fossette du ligament triangulaire et profonde, accompagnée d'une petite fossette oblique de chaque côté. Bord supérieur de la lame cardinale couvert de stries pectiniformes, très serrées. Surface antérieure de la valve profon-

dément sillonné. Valve gauche semi-circulaire, plus petite que l'autre, concave, portant des côtes en même nombre, mais plus étroites que les intervalles qui les séparent, ce qui est l'inverse de la valve droite, par suite de la correspondance des côtes de l'une aux sillons de l'autre. Ces sillons sont également occupés par des plis squameux, arqués, extrêmement réguliers. Oreillettes égales, avec 5 ou 6 plis divergents, traversés par les stries d'accroissement. Impression musculaire sub-centrale, très grande. Plis intérieurs ne commençant qu'aux deux tiers de la hauteur de la valve. — Hauteur, 26 millim.; largeur, 28; épaisseur, 12.

Ce *Pecten*, dont la forme rappelle en petit le *P. benedictus*, Lam., en diffère à trop d'égards pour qu'il soit nécessaire d'insister sur ses caractères. Une espèce, non décrite, des dépôts tertiaires supérieurs du Boulou (Pyrénées-Orientales), s'en rapprocherait davantage, mais ses stries longitudinales, constantes et finement écailleuses, lui donnent, malgré sa forme bombée, une plus grande ressemblance avec le *P. scabrellus*, très abondant dans la même localité. — Biaritz.

6. PECTEN INFUMATUS, Lam., Desh.? pl. 48, fig. 1-5.

Un échantillon peu complet, que nous devons à M. Graves, paraît se rapporter à l'espèce du calcaire grossier de Paris. — Biaritz. — Belgique.

7. PECTEN SOLEA, Desh., pl. 42, fig. 12, 13.

La coquille de Biaritz est parfaitement semblable à la figure du *P. solea* donnée par M. Deshayes, mais on n'y observe pas les stries onduleuses, très fines, dont parle l'auteur et que le dessin n'indique point. Dans notre *Pecten*, l'une des valves ne présente que des stries concentriques, très fines et très rapprochées; l'autre offre de plus, vers le bord, des stries rayonnantes un peu flexueuses, mais très visibles. Sont-ce celles dont parle M. Deshayes? C'est ce que nous n'affirmerons pas. — Biaritz. — Calcaire grossier de Paris.

8. PECTEN SUBIMBRICATUS, de Munst., Goldf., pl. 94, fig. 8, var. *minor.*

Trabay, près Sainte-Colombe; Hontet, près Coudures; étage inférieur de M. Delbos. — Kressenberg (Bavière).

9. PECTEN.

Espèces indéterminables. — Horsarieu, la Liquet; étage inférieur.

10. PECTEN SUBOPERCULARIS, nov. sp., pl. XII, fig. 19, *a.*
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Coquille orbiculaire, très déprimée, probablement équivalve, équilatérale, à crochet petit, pointu et aplati au sommet. Arêtes cardinales concaves, faisant un angle au sommet de 105° et s'unissant inférieurement, par une courbe arrondie, avec les côtés et le bord inférieur qui forment les trois quarts d'un cercle. Sur le milieu de la valve gauche, la seule que nous connaissions, on observe 22 côtes rayonnantes, linéaires, lisses, s'avançant plus sur le côté antérieur que sur le tiers postérieur, où l'on rencontre environ 35 stries rayonnantes, sub-égales, se continuant jusqu'au bord. Les sillons larges et peu profonds, qui séparent les côtes médianes, sont divisés dans leur longueur par 4 ou 5 stries très fines, qui y déterminent 3 ou 4 côtes secondaires, les seules qui persistent sur les côtés de la coquille, les principales devenant de plus en plus obsolètes en s'éloignant du milieu du disque. Des stries concentriques, très délicates, très régulières et excessivement rapprochées, traversent les sillons et les côtes secondaires sur toute la surface, et y déterminent de très petites écailles, sans se montrer sur les côtes médianes principales qui restent lisses au sommet. Oreillettes sub-égales, couvertes de

stries divergentes, traversées par des stries perpendiculaires, semblables, fines et régulières. — Hauteur, 38 millim.; largeur, 36 ; épaisseur de la valve, 6.

Cette espèce diffère du *P. opercularis* des auteurs, en ce qu'elle est plus déprimée et que les côtes rayonnantes, beaucoup plus étroites et filiformes, n'existent que sur une partie de la surface. En outre, on ne compte que 4 ou 5 stries dans leurs intervalles, tandis qu'il y en a 9 ou 10 dans ceux du *P. opercularis*. Sur ce dernier, les 20 côtes rayonnantes, larges et arrondies continuent jusque sur les côtés d'une manière régulière, quoique s'abaissant graduellement. Notre coquille se distingue aussi du *P. sulcatus*, Sow., que M. Nyst (p. 291) regarde comme l'analogue de l'espèce vivante, et qui se trouve dans les couches tertiaires les plus récentes de la Sicile. Ses stries longitudinales et l'inégalité de la distribution des principales côtes ne permettent pas non plus de la confondre avec le *P. mitis*, Desh. (pl. 44, fig, 10-12), qui est d'ailleurs beaucoup plus petit. — La Barthe de Pouy; assise moyenne de l'étage supérieur de M. Delbos.

11. PECTEN OPERCULARIS, Lam. ?

Un *Pecten*, dont nous avons vu seulement des portions de valves dans un calcaire marneux jaune avec la *Nummulina crassa*, de la fontaine de Christian, près Montfort, ressemble encore plus au *P. opercularis* que le précédent. — Cette espèce, fossile dans les formations tertiaires moyenne et supérieure et dans le terrain quaternaire, vit encore dans les mers d'Europe.

1. SPONDYLUS RARISPINA, Desh., pl. 46, fig. 6-10.

Biaritz. — Calcaire grossier de Chaumont.

2. SPONDYLUS BIFRONS, de Munst., Goldf.? pl. 106, fig. 10.

Malgré le mauvais état des échantillons que nous avons sous les yeux, nous avons peu de doute sur leur identité avec la coquille d'Osnabruck et de Castel-Gomberto. — Biaritz.

3. SPONDYLUS ASPERULUS, de Munst., Goldf.? pl. 106, fig. 9.

Un Spondyle très empâté dans la roche, et provenant de la même couche que le précédent, paraît se rapporter à celui des sables tertiaires du Kressenberg (Bavière orientale). — Biaritz.

4. SPONDYLUS NYSTII, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 9, fig. 3, 1846). Biaritz. — Faluns de la Touraine.

5. SPONDYLUS SUBSPINOSUS, nov. sp., pl. XIII, fig. 1, *a*, *b*, *c*.

Coquille ovalaire, régulièrement bombée. Crochet de la valve inférieure (la seule qu nous connaissions), avancé, un peu recourbé et tronqué par une très petite surface d'adhérence. Angle du sommet de 95° ; côtés antérieur et postérieur allongés, droits et presque égaux. Surface de la valve présentant 21 à 23 côtes rayonnantes, régulières, arrondies, séparées par des sillons de même largeur. Quatre ou cinq de ces côtes, placées près des bords, portent quelques épines redressées ou couchées. Des stries concentriques, très fines, très serrées, un peu écailleuses et ondulées, traversent les côtes et les sillons, particulièrement sur la partie latérale et vers le bord inférieur. Oreillettes courtes, égales, avec deux ou trois plis qui coupent des stries d'accroissement irrégulières et flexueuses. Deux ou trois épines assez fortes sont implantées sur ces oreillettes de chaque côté du crochet. Talon très court. Fossette du ligament large, remontant jusqu'à la pointe du crochet et non recouverte ; une dent relevée de chaque côté et une fossette au delà. Surface intérieure de la valve présentant des sillons et des côtes qui correspondent inversement à ceux de la face supérieure. Bord profondément denté. Hauteur, 45 millim.; largeur, 39 ; épaisseur de la valve, 12.

Cette espèce, comme son nom l'indique, a de très grands rapports avec le *S. spinosus*, Desh. (*Plagiostoma spinosa*, Sow.), avec lequel elle a été confondue (*Bull de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. I, p. 577; *Quart. Journ. geol. Soc. of London.*, vol. I, p. 113, et dans le Mémoire de M. Thorent); cependant il est facile de l'en distinguer par sa taille toujours moindre, par ses épines plus fortes, toutes choses égales d'ailleurs, par son talon moins développé, et surtout par le système de stries fines, lamelleuses et régulières, qui traversent les côtes et les sillons, et qui manquent tout à fait dans l'espèce de la craie; enfin par le nombre des côtes, qui n'est que de 21 à 23, tandis qu'on en compte 33 dans le *S. spinosus*. — Biaritz.

6. Spondylus planicostatus, nov. sp., pl. XIII, fig. 2, *a*.

Coquille ovalaire, bombée, inéquilatérale. Le crochet de la valve inférieure (la seule que nous connaissions) brisée dans cette partie, à cause de l'extrême minceur actuelle du test, était petit et peu avancé. Surface extérieure ornée de 28 à 30 côtes larges, égales, très aplaties en dessus et séparées par des sillons fort étroits et profonds. 10 de ces côtes, inégalement espacées, sont chargées, dans presque toute leur longueur, d'écailles imbriquées de même largeur, aplaties ou relevées, et qui sur les côtés se changent en tubercules épineux plus ou moins redressés. En outre, toute la coquille est couverte de stries transverses, fines, serrées, écailleuses, particulièrement sur les arêtes des côtes, dont le milieu est presque lisse. Oreillettes petites, portant deux ou trois plis obliques et des stries d'accroissement perpendiculaires. Talon et charnière inconnus. Bord crénelé. — Hauteur, 40 millim.; largeur, 36; épaisseur de la valve, 15.

La couche intérieure calcaire, éburnée, qui constituait le talon et les parties voisines, ayant disparu par suite de la fossilisation, comme on l'observe fréquemment, la coquille est devenue très mince, fragile et brisée en cet endroit, tandis qu'elle a conservé presque toute son épaisseur vers les bords. Nous ne connaissons encore aucun Spondyle fossile qui ait quelque rapport avec celui-ci, et malgré l'état incomplet des échantillons que nous avons sous les yeux, nous n'hésitons pas à les regarder comme appartenant à une espèce des mieux caractérisées. — Biaritz.

7. Spondylus.

Des fragments indéterminés, mais appartenant probablement à d'autres espèces, se trouvent encore dans les couches à Nummulites de Biaritz.

1. Ostrea Martinsii, nov. sp., pl. XIII, fig. 25.

Coquille sub-équivalve, déprimée, irrégulièrement trigone et arrondie. Valves également plissées, à gros plis irréguliers, profondément dentées sur les côtés, rugueuses et ondulées sur la partie médiane. Crochets extrêmement petits, à peine distincts, se confondant avec le bord. Talon nul. Charnière et intérieur des valves inconnus. — Hauteur, 70 millim.; largeur, 70; épaisseur moyenne, 15.

Cette coquille, dont nous ne connaissons qu'un individu et qui présente au premier abord quelque analogie avec l'*Exogyra flabellata*, Goldf., et plus encore avec l'*O. orbicularis*, Sow., des couches à Nummulites de l'embouchure de l'Indus (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. V, pl. 24, fig. 8), est très remarquable par la similitude de ses valves, l'inférieure, celle qui est figurée, différant à peine de la supérieure; puis, par l'extrême petitesse des crochets qui sont presque égaux; celui de la valve inférieure est cependant un peu plus large, mais sans faire pour cela plus de saillie. Quoique aucune espèce secondaire ne corresponde réellement à celle-ci, on doit reconnaître qu'elle a dans sa forme plus d'analogie avec les Huîtres de la formation crétacée, et entre autres avec l'*O. flabelliformis*, Nils., telle qu'elle est représentée par M. Goldfuss (pl. 7, fig. 1), qu'avec aucune Huître tertiaire. — Biaritz.

2. Ostrea longicauda, nov. sp., pl. XIII, fig. 3.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847.)

Coquille petite, trigone. Valve inférieure, la seule que nous connaissions, munie d'un talon triangulaire, élevé, à surface plane, perpendiculaire au plan de la coquille, et assez semblable à celui des Marteaux. Fossette du ligament triangulaire, oblique, limitée de chaque côté par une strie à laquelle se termine le talon. De la base de celui-ci, et s'appuyant contre le petit côté du triangle que forme la coquille, part un prolongement caudal, mince, de 30 millim. de long sur 4 de large, et subcaréné en dessus, vers le tiers de sa hauteur. Cette carène porte des stries d'accroissement très faibles, dont la concavité est tournée vers la coquille. Le bord supérieur de cette dernière, ou bord cardinal, est droit et se réunit au bord inférieur en formant un bec arrondi. — Hauteur, 10 millim.; largeur, non compris l'appendice, 16.

La seule espèce qui ait quelque analogie avec celle-ci est l'*O. clavata*, Nils. (pl. 7, fig. 2; His., pl. 13, fig. 3), mais la coquille de la craie de Scanie est moins trigone, plus transverse; et ce qui la distingue surtout, c'est que son prolongement, en forme de bec, fait partie intégrante de la cavité de la coquille, comme dans le *Malleus vulgaris*, Lam., tandis que l'appendice caudal de la nôtre en est tout à fait indépendant et ne semble constituer qu'une baguette plate, soudée au bord externe, et passé à l'état siliceux comme la coquille elle-même. — Biaritz.

3. Ostrea subhippopodium, nov. sp., pl. XIII, fig. 4, *a*.

Coquille plate, arrondie, à bords épaissis, relevés et sinueux. Crochet de la valve inférieure très petit. Lame cardinale triangulaire, fort étroite; talon nul, ou compris dans l'épaisseur du test et perpendiculaire au plan de la coquille. Gouttière médiocre, triangulaire, pour l'insertion du ligament. De chaque côté les expansions du bord sont striées perpendiculairement. Surface extérieure assez régulière, unie, presque lisse, marquée de stries concentriques très fines, et quelquefois de stries rayonnantes plus délicates encore; à l'intérieur, un bourrelet lisse, continu et flexueux, limite l'espace occupé par l'animal. Impression musculaire, ovalaire, assez rapprochée du bord. Test épais et solide. — Hauteur, 8 millim.; largeur, 15; épaisseur de la valve inférieure, 3.

Cette espèce diffère des petites variétés de l'*O. hippopodium*, Nils., par sa forme plus régulière, par l'extrême petitesse de son crochet, par l'absence de talon proprement dit, par sa surface extérieure lisse, sans traces d'adhérence, et marquée de stries très fines. — Trabay; étage inférieur.

4. Ostrea vulsellæformis, nov. sp., pl. XIII, fig. 5, *a*.
(*Vusella dubia*, *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. IV, p. 1010, 1847.)

Nous avons fait représenter sous ce nom une coquille mince, extrêmement allongée, très pointue au sommet. Le talon est assez grand, relevé sur ses bords et muni d'une gouttière peu profonde, s'élargissant et s'arrondissant vers la base. La surface extérieure est ondulée, irrégulière, marquée de stries d'accroissement inégales et flexueuses sur les bords.

Quoique rapprochée des Vulselles, cette coquille s'en distingue cependant par son crochet presque droit par l'absence sur cette valve, la seule que nous connaissions, de l'expansion latérale et du bourrelet aplati. L'incertitude où nous sommes sur sa véritable place ne cessera que lorsqu'on aura pu comparer les deux valves de plusieurs individus. — L'*Ostrea deformis*, Desh. (pl. 55, fig. 7-8), du calcaire grossier n'est pas sans analogie avec cette espèce; cependant le talon et la gouttière médiane sont assez différents, et le test est plus epais. Quant à l'*O. lingulata*, Desh. (pl. 59, fig. 13, 14), elle est très concave, ou en forme de gouttière hémicylindrique, tandis que la coquille de Trabay est très plate.

5. OSTREA VESICULARIS, Lam., Al. Brong., pl. 3, fig. 5; *Gryphœa expansa*, Sow. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e série, vol. III, pl. 38, fig. 5).

Biaritz. Trabay, fontaine de Christian, Perigagne, près Montaut; étage inférieur de M. Delbos. —Base du groupe nummulitique d'Appenzell, de Sonthofen, de Matsee (Bavière), d'après M. Murchison.—Le Sinde et la province de Cutch (Inde).—Craie blanche et supérieure de l'ouest de l'Europe.

6. OSTREA LATERALIS, Nils., pl. 7, fig. 7-10; His., pl. 13, fig. 1.

Biaritz. Trabay, étage inférieur. — Les Corbières.—Craie du nord-ouest de l'Europe.

7. OSTREA HIPPOPODIUM, Nils., pl. 7, fig. 1; His., pl. 13, fig. 4.

Trabay, Mariotte, la Liquet, près Nerbis; étage inférieur; la Barthe de Pouy, près Brassempouy; étage supérieur de M. Delbos. — Craie du nord de l'Europe.

8. OSTREA GIGANTEA, Brand., pl. 8, fig. 18; Sow., pl. 64.

(*O. latissima*, Desh., pl. 52, 53 (id., *Mém. de la Soc. géol.*, vol. III, pl. 6, var. *a*); *O. gigantea*, Dubois. — L. Rousseau, *Voyage dans la Russie méridionale*, vol. II, pl 4, fig. 1. — Leymerie (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. I, pl. 17, fig. 2).

La coquille du groupe nummulitique méditerranéen diffère assez de celle des bassins tertiaires du nord-ouest pour justifier complétement sa distinction à titre de variété *a* proposée par M. Deshayes.

Biaritz.—La Barthe de Pouy, deuxième assise de l'étage supérieur de M. Delbos, Trabay, étage inférieur; les Corbières.—Les Asturies (d'après M. de Verneuil), Nice, Gassino, le Vicentin, la Crimée (MM. de Verneuil, Dubois, Huot et L. Rousseau), l'Asie Mineure (rapporté par M. de Tchihatcheff). — Terrain tertiaire inférieur du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre pour le type de l'espèce.

9-17. OSTREA.

Outre les espèces précédentes, on trouve dans les couches nummulitiques, tant aux environs de Bayonne qu'aux environs de Dax, plusieurs Huîtres dont le manque d'échantillons assez complets ne nous permet pas une détermination suffisante. Elles sont voisines des *O. flabellula*, Lam., Desh., pl. 63, fig. 5, 6, 7 (Biaritz et calcaire grossier du bassin de la Seine); *O. caudata*, de Munst., Goldf., pl. 77, fig. 7 (Biaritz et dépôt tertiaire de Dischingen, près d'Ortenburg); *O. cariosa*, Desh., pl. 54, fig. 5, 6 (Biaritz, Trabay, étage inférieur, et dans le terrain tertiaire inférieur du bassin de la Seine et de la Belgique); *O. cyatula*, Lam., Desh., pl. 54 et 61 (le Herti, près Cassen, étage supérieur, et à la base des grès supérieurs du bassin de la Seine); *O. callifera*, Lam., Desh., pl. 50 et 51 (Périgagne, près Montaut, et la Barthe de Pouy, dans l'étage supérieur de M. Delbos, puis à la base de la formation tertiaire moyenne du nord de la France, en Belgique et sur les bords du Rhin (Alzey).

Nous renverrons, en outre, à ce que nous avons dit dans notre premier mémoire (p. 213) sur une variété gryphoïde ou un accident individuel de l'*O. vesicularis*, dont nous donnons une figure (pl. XIII, fig. 24), et sur une Huître plissée voisine de *O. palliata*, Goldf.; enfin, nous avons fait représenter (pl. XIII, fig. 26, 37, 28) plusieurs individus d'une espèce très variable dans sa forme, et surtout par l'étendue de la surface d'adhérence dans la région du crochet. Nous la désignerons provisoirement sous le nom d*O. inscripta.* — Biaritz. — Hontet, près Coudures; étage inférieur.

1. VULSELLA FALCATA, Goldf., pl. 107, fig. 10, var. nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 8, fig. 2, 3, 4).

Biaritz.—Menichou près de Brassempouy; étage moyen de M. Delbos. Mariotte, près Hagesman et Trabay, étage inférieur. — Le Kressenberg (Bavière orientale).

2. VULSELLA LINGULÆFORMIS, nov. sp., pl. XIII, fig. 6, *a*,*b*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010, 1847).

Coquille sub-quadrilatère ou sub-trigone. Valve droite couverte de stries d'accroissement, irrégulières, écailleuses, surtout en arrière où elles deviennent lamelleuses, grandes, foliacées ou serrées. Talon de grandeur variable, suivant les individus, ordinairement un peu recourbé en arrière. Fossette du ligament, grande et arquée ; sinus relevé, assez profond et entouré de feuillets lamelleux. Impression musculaire assez rapprochée du bord et allongée dans les vieux individus. Hauteur, 17 millim. ; largeur, 12; épaisseur près du crochet de la valve droite, la seule que nous connaissions, 4.

Cette petite coquille est remarquable par l'expansion des lamelles nombreuses et serrées que l'on observe derrière le crochet, et parce que, vue en dessus, elle ressemble assez à une Lingule. — Trabay près Sainte-Colombe, étage inférieur.

3. VULSELLA EXOGYRA, nov. sp., pl. XIII, fig. 7, *a*, 8.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010, 1847).

Coquille plate, très mince, transverse, ovalaire, à bords ondulés. Crochet fortement recourbé en dessous, accompagné d'un sillon ligamentaire étroit et très arqué. Lame cardinale étroite et flexueuse, de l'extrémité de laquelle descend à l'intérieur un pli arrondi. Bord postérieur dilaté et s'infléchissant pour correspondre en dessus à un sinus et à un canal arqué qui se prolonge jusque vers le milieu de la valve, et à l'intérieur à un bourrelet pliciforme, arrondi, aboutissant à l'impression musculaire. Celle-ci est petite et naviculaire. La surface extérieure de la coquille offre des plis d'accroissement peu réguliers et interrompus vers le milieu par le sillon indiqué. L'intérieur de la valve est lisse et un peu bosselé.

Nous avons fait représenter (fig. 8) une autre valve appartenant à la même espèce et qui devrait peut-être en être regardée comme le type, la précédente ne constituerait alors qu'une variété ou même un accident individuel. Son crochet est beaucoup moins recourbé, le talon est plus prononcé et l'on n'y remarque pas les deux plis arrondis qui descendent du bord vers l'intérieur. — Hontet près Coudures, Trabay, près Sainte-Colombe ; étage inférieur de M. Delbos.

1. ANOMIA INTUSTRIATA, nov. sp., pl. XIII, fig. 9, *a*, 10, *a*, 11.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ série, vol. IV, p. 1010, 1847).

Coquille ovalaire, oblique. Petite valve plane ou légèrement bombée, couverte de stries d'accroissement lamelleuses, quelquefois écailleuses. Sommet très mince et percé d'un trou rond assez petit. A l'intérieur le contour ovalaire de l'impression palléale est nettement tracé par une rangée de stries pectiniformes, très courtes, qui disparaissent dans certains individus, ou ne persistent que près des crochets. L'espace occupé par l'animal présente en outre des stries filiformes, géminées, très délicates, arquées et fasciculées vers le sommet. La valve supérieure, un peu plus bombée, diffère à peine de la précédente. — Hauteur 14 millim.; largeur 11; épaisseur des deux valves réunies environ 4.

Nous avons fait représenter (fig. 11) un individu très bombé, couvert au dehors de stries divergentes très fines, serrées, courtes et régulières, avec 4 ou 5 lames d'accroissement, finement plissées sur le bord. Une surface d'adhérence très large forme une troncature du sommet qui est fort mince. A l'intérieur les stries filiformes fasciculées sont identiques avec celles des valves précédentes. — Trabay près Sainte-Colombe ; étage inférieur.

BRACHIOPODES.

1. Terebratula tenuistriata, Leym., type pl. 15, fig. 12 (*T. Defrancii?*); id. var. *a* nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. II, pl. 7, fig. 14); id. var. *b* nob., pl. XIII, fig. 12; id. var. *c* Leym. (pl. 15, fig. 11).

Nous regardons comme le type de l'espèce la coquille figurée par M. Leymerie, mais avec doute, sous le nom de *T. Defrancii*, Al. Brong.; elle est la plus grande de toutes et provient des couches nummulitiques des Corbières. La var. *a* est celle de Biaritz que nous avons décrite précédemment. Ses dimensions sont moindres; elle est plus arrondie et plus renflée. La var. *b* est celle que nous représentons ici et qui se distingue par l'élargissement de l'angle apicial, par ses arêtes latérales beaucoup plus courtes, par son front plus large et légèrement sinueux. M. Delbos l'a recueillie à Cassen dans l'étage inférieur. Dans ces trois variétés la grandeur du crochet, la largeur du deltidium et sa hauteur sont toujours comparables; mais dans la var. *c*, celle à laquelle M. Leymerie a particulièrement donné le nom de *tenuistriata* et qui vient des Corbières, le crochet, à en juger par le dessin, serait, toutes proportions gardées, plus grand, et le deltidium plus haut que dans les autres variétés. Si cette coquille était privée de son crochet on pourrait la prendre pour la *T. gracilis*, Schlot. Dans la note précitée, M. Pratt avait pris cette espèce pour la *T. strialuta*, Sow., du grès vert; d'autres auteurs l'ont confondue avec la *T. caput serpentis*, Lam., des mers d'Europe.

2. Terebratula Delbosii, nov. sp., pl. XIII, fig. 13, *a*,*b*, 14.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e série. vol. IV, p. 1010, 1837.)

Coquille ovalaire ou sub-orbiculaire. Valves presque également profondes. Valve dorsale très bombée, renflée vers le sommet. Crochet très petit, très recourbé, tronqué perpendiculairement par une ouverture ronde, fort petite et touchant quelquefois le crochet de l'autre valve, ce qui rend nul le deltidium. Dans d'autres individus on remarque un deltidium concave, large, très surbaissé, séparé de l'area par deux stries obliques. Area se confondant avec les côtés du crochet. Arêtes cardinales très arquées, se réunissant par une courbe arrondie aux arêtes latérales qui se continuent avec le front. Celui-ci est presque droit, simple, tranchant, sans trace de sinus. Surface extérieure lisse. Vers les parties moyenne et inférieure quelques stries d'accroissement inégales produisent parfois un faible bourrelet. Valve ventrale sub-elliptique ou circulaire suivant les individus. Crochet bombé vers le sommet, ne faisant aucune saillie sur la ligne cardinale. Surface semblable à celle de l'autre valve. — Hauteur 12 millim.; largeur 10; épaisseur 7.

Cette petite espèce est remarquable par l'absence de ponctuations dans la structure du test, circonstance très rare dans les Térébratules lisses. Nous ne connaissons d'ailleurs aucune espèce avec laquelle celle-ci puisse être confondue. — Cassen; étage inférieur.

3. Terebratula Faujasii, Ad. Roem., pl. 7, fig. 8; *Faujas*, *Hist. de la montagne de Saint-Pierre*, pl. 26, fig. 7.

Quoique le seul échantillon trouvé à Biaritz soit assez incomplet, nous n'hésitons pas à le rapporter à l'espèce de la craie de Maestricht et de Rugen, dont nous possédons une variété moins allongée de la craie du Cotentin. Cette coquille, l'une des plus petites du genre, a des caractères trop tranchés pour pouvoir être confondue avec aucune autre.

4. Terebratula.

Une Térébratule lisse très déformée qui paraît se rapprocher des *T. bisinuata*, Lam., et *succinea*, Desh., du calcaire grossier, a aussi été recueillie à Biaritz. On sait que la *T. bisinuata* a été signalée au Kressenberg (Bavière), et qu'une espèce très voisine, si même elle n'est identique, est citée par Huot dans les couches nummulitiques de la Crimée, où M. Dubois l'avait prise pour la *T. vitrea*, Lam., des mers d'Europe.

GASTÉROPODES.

DENTALIUM STRANGULATUM, Desh. (*Anat. et monogr. du genre Dentale*, pl. 16, fig. 28); *D. incrassatum*, Sow.; *D. coarctatum*, Brocc.; *Ditrupa subulata*, Berk.

Biaritz. — Bos-d'Arros.— Calcaire grossier du bassin de la Seine, dépôts tertiaires des environs de Bordeaux, de Dax, d'Italie, et vivant dans les mers australes.

DENTALIUM.

Parmi les fragments assez nombreux trouvés à Biaritz, on peut distinguer peut-être trois autres espèces de Dentale, mais leurs caractères spécifiques sont en général trop incomplets pour qu'on puisse les déterminer avec quelque certitude. Les plus répandus appartiennent à une espèce assez grande, à test épais, portant seize côtes principales et une ou deux intermédiaires. Par sa forme et par sa taille elle ressemble au *D. fossile*, Linn. (Desh., pl. 17, fig. 12). M. Pratt l'avait indiquée sous le nom de *D. grande*, Linn., et nous-même avec doute sous celui de *D. elephantinum*, Desh.

Une seconde espèce, à peu près de la même taille, mais dont nous n'avons sous les yeux qu'un fragment, présente neuf côtes filiformes entre lesquelles il y en a quatre ou cinq égales entre elles et semblables aux précédentes qui s'en distinguent à peine. —Enfin, la troisième espèce, mieux caractérisée et très rare, est petite, arquée et porte douze côtes principales, entre chacune desquelles se trouve une côte plus petite, mais très régulière et très constante. Ce Dentale ressemble au *D. sulcatum*, Lam. (Desh., *loc. cit.*, pl. 18, fig. 15) dont les côtes sont plus nombreuses, et nous le désignerons provisoirement sous le nom de *D. duodecimcostatum.*

NATICA SIGARETINA, Desh., pl. 21, fig. 5, 6.

Biaritz. — Brassempouy; étage moyen de M. Delbos. — Calcaire grossier et sables inférieurs du bassin de la Seine.—Argile de Londres; groupe calcaréo-sableux de Belgique, le Vicentin, le Sinde, etc.

NATICA SPIRATA? Desh., pl. 21, fig. 1, 2.

Moule incomplet se rapprochant assez de cette espèce, mais plus petit, et de la *N. glaucinoides*, Sow., pl. 5, fig. 1, *non* id., Desh. — Biaritz. — Sables inférieurs du Soissonnais.

SCALARIA SEMICOSTATA, Sow., pl. 577, fig. 6.

Biaritz. — *London clay* de Barton, calcaire grossier des environs de Paris, Hermes. Cette coquille a été prise à tort pour la *S. tenuilamella*, Desh.

SCALARIA DECUSSATA, Lam., Desh., pl. 23, fig. 1, 2 (*mala*).

La coquille de Biaritz s'accorde parfaitement avec la description que donne M. Deshayes de la *S. decussata*, mais non avec la figure que nous devons supposer mauvaise, parce que l'auteur dit (p. 197) que cette espèce a la même forme que la *S. multilamella*, Desh. Or les fig. 1 et 2 de la pl. 23 sont tout à fait différentes des fig. 15 et 16 de la pl. 22, dont la forme générale est, en effet, celle de la coquille de Biaritz. — Calcaire grossier des environs de Paris.

SCALARIA SUBUNDOSA, nov sp., pl. XIII, fig. 18, *a*.

Coquille turriculée, composée de 9 à 10 tours convexes, séparés par une suture profonde. Chaque tour est orné d'environ 20 plis transverses, un peu plus prononcés vers le haut des tours, et formés par la réunion de 2 ou 3 lamelles flexueuses ou froncées, appliquées les unes contre les autres. Chaque fronçure se prolongeant dans les sillons qui séparent les plis donne à la surface un aspect treillissé. Sur chaque tour on observe deux plis plus prononcés, ou bourrelets opposés, mais qui ne se correspondent pas régulièrement. Sur la base du dernier tour est une collerette élégante, bordée par une série de plis en godets déterminés par le passage des plis précédents sur le bourrelet qui limite le tour. Au delà, les lamelles se continuent en convergeant vers la base de la columelle, qui est

munie d'un bourrelet moins prononcé, arqué et strié obliquement. Ouverture imparfaitement connue. — Hauteur, 17 millim.; diamètre à la base, 6.

Cette espèce, dont nous ne connaissons qu'un échantillon un peu déprimé, diffère de la *S. undosa*, Sow. (pl. 577, fig. 4), par ses lamelles plus élevées, plus fortement froncées, par la présence de bourrelets ou varices sur les tours, et surtout par la base du dernier tour, munie d'une plaque profondément sillonnée et crénelée, tandis qu'elle est presque simple et unie dans l'espèce de l'argile de Londres. Le dessin de la *S. interrupta*, Sow., (pl. 577, fig. 3), semblerait indiquer quelque chose d'analogue; mais rien dans le texte ne le confirme. La *S. crispa*, Lam., Desh. (pl. 22, fig. 9, 10), a aussi quelque ressemblance avec la nôtre, mais elle est complétement dépourvue de la plaque saillante et costellée de la base. — Biaritz.

SCALARIA, pl. XIII, fig. 17.

Nous avons fait représenter ce dernier tour d'un individu qui diffère de l'espèce précédente par sa taille beaucoup plus grande, par ses lamelles moins serrées, lesquelles, en traversant la lame ombilicale, sont lisses, sans fronçures, et séparées par des intervalles très régulièrement et très finement striés en travers. Ce fragment se distingue également de la *S. acuta*, Sow., par les caractères de sa base, par ses plis plus rapprochés et plus froncés. La *S. subcylindrica*, Nyst (pl. 38, fig. 5), ne paraît pas avoir de plaque ombilicale. Un autre fragment, dont la bouche manque, semble appartenir à un individu jeune de la même espèce. Les *S. insignis* et *amœna*, Phil. (*Beitrage zur Kenntniss*, pl. 3, fig. 21 et 23),, quoique assez voisines, ont des plaques ombilicales différentes. — Biaritz.

TORNATELLA ?

Nous rapportons à ce genre, avec la plus grande incertitude, de petites coquilles altérées, courtes, à sommet très pointu, le dernier tour fort grand, couvertes de stries transverses, très régulières, et dont la forme rappelle la *T. simulata*, Brand., Nyst (pl. 37, fig. 21). — Biaritz.

SOLARIUM.

Moule paraissant se rapporter au *S. marginatum*, Desh. (pl. 25, fig. 21, 22). — Biaritz. — Sables inférieurs du Soissonnais.

SOLARIUM.

Moule indéterminable. — Biaritz.

TROCHUS TURGIDULUS, Brocc. ? de Bast., pl. 1, fig. 20.

Nous rapportons à la coquille des faluns de Bordeaux, figurée par M. de Basterot, un *Trochus* qui est un peu plus petit, mais qui n'en est pas moins extrêmement voisin. Il est d'ailleurs tout à it différent de celui d'Italie, figuré par Brocchi. — Biaritz.

TROCHUS, *an* PLEUROTOMARIA ?

Moule indéterminable, d'une grande espèce, régulièrement conique, striée et dont le bord inférieur est très anguleux. — Biaritz.

TURBO DAMOURI, nov. sp., pl. XIII, fig. 16, *a*.
(*T. calcar*, *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847).

Quoique peu complète, cette coquille élégante nous a paru suffisamment déterminée pour être distinguée et figurée. Le dernier tour présente, au-dessous de la suture, une rangée de plis arrondis et arqués, qui occupent le tiers de la surface supérieure, puis deux rangs de granulations, allongées transversalement et peu saillantes. Sur le pourtour règnent des denticules bien prononcés, simples, séparés, par une strie profonde, de la base de la coquille qu'occupent 6 stries granuleuses concentriques. Ombilic rudimentaire. Ouverture imparfaitement connue comme le reste de la spire.

Cette petite coquille rappelle, par sa forme et ses ornements, certains Dauphinules, tel que le *D. calcar*, mais son péristome discontinu en fait un véritable *Turbo*. — Biaritz.

TURBO LAPURDENSIS, nov. sp., pl. XIII, fig. 20, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010, 1847).

Coquille conique, élevée, composée de 6 tours carénés à la base, le long de la suture, par une rangée de granulations dentiformes. Cette carène, très saillante sur le dernier tour, limite nettement la base sur laquelle se montrent 4 stries granuleuses, concentriques, assez espacées. Base convexe. Ouverture grande, haute, ovalaire, très oblique à l'axe. Bord droit, un peu anguleux à l'endroit de la carène; bord inférieur arrondi en demi-cercle. Columelle saillante et assez prolongée. Angle au sommet de 60°. — Hauteur, 10 millim.; diamètre de la base, 8.

Biaritz.

TURBO WEGMANNI, nov. sp., pl. XIII, fig. 15, *a*.

Coquille en cône surbaissé, très pointue au sommet, formée de 6 tours arrondis, dont le dernier très grand. Ceux-ci sont ornés de cordelettes granuleuses, dont 9 sur le dernier tour, 2 plus prononcées près de la suture, et 3 autres plus élevées aussi limitant la base de la coquille. La plus haute de celles-ci porte des denticules saillants. Base convexe, couverte de stries concentriques peu prononcées. Ouverture grande, dilatée, ovalaire, très oblique à l'axe. Bords droit et inférieur continus; bord gauche formé par la columelle assez prolongée et saillante à l'extrémité. La hauteur du dernier tour est presque égale au reste de la spire. Angle apicial de 70°. Hauteur, 9 millim.; diamètre de la base, 9.

La description de cette espèce, qui a quelques rapports avec le *T. sulcatus*, Brocc. (pl. 16, fig. 5), reste encore assez incomplète par suite du mauvais état des échantillons. — Biaritz.

TURBO BUCHII, nov. sp., pl. XIII, fig. 21, *a*.

Coquille régulièrement conique, à arêtes latérales, légèrement convexes, mamelonnée au sommet, composée de 5 tours peu détachés, limités par une suture simple. Quatre cordelettes décurrentes, peu saillantes, égales, équidistantes, traversées par des stries d'accroissement obliques, déterminent à leur rencontre des granulations régulières, mais peu apparentes. Le dernier tour et la base convexe de la coquille, qui se confond avec lui par une courbe continue, sont également treillissés par des stries longitudinales et transverses. Ouverture ovale. Bords droit et inférieur formant avec le bord gauche et la columelle arquée une courbe régulière et continue. Ombilic rudimentaire. Le dernier tour occupe la moitié de la hauteur totale de la coquille qui est de 9 millim.; diamètre, 7; angle apicial de 58°. — Biaritz.

VERMETUS

Corps serpuloïde, strié, paraissant appartenir à ce genre. — Biaritz.

TURRITELLA CARINIFERA, Desh., pl. 36, fig. 1, 2.

Biaritz. — Bos-d'Arros. — Calcaire grossier des environs de Paris.

TURRITELLA ASPERULA? Alex. Brong. (*Mém. sur le Vicentin*, pl. 2, fig. 9).

Ce rapprochement est établi sur un fragment insuffisant. — Biaritz. — Ronca.

TURRITELLA INSCRIPTA, nov. sp., pl. XIII, fig. 19.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010, 1847).

Cette espèce, dont nous ne connaissons que des fragments, se distingue par ses tours nombreux portant deux carènes principales très saillantes, qui laissent entre elles un large canal décurrent. La carène inférieure, étroite, est ornée en dessous de cinq filets granuleux, d'autant plus déliés qu'ils s'approchent davantage de la suture, et au-dessus de stries très fines, à peu près en même nombre jusqu'à la cordelette granuleuse qui divise, en deux parties presqu'égales, l'espace concave du

milieu des tours. La carène supérieure plus large, aplatie en dessus ou légèrement concave, est couverte également sur ses faces de stries filiformes granuleuses, d'une part, jusqu'à la suture et de l'autre jusqu'à la cordelette médiane. Les granulations sont déterminées par le passage, sur les stries précédentes, de stries d'accroissement fines, serrées et flexueuses, qui les traversent obliquement, en indiquant la forme du bord droit de l'ouverture.

Nous ne connaissons encore que la *T. Archimedi*, Alex. Brong. (*Mém. sur le Vicentin*, pl. 2, fig. 8), qui ait quelque analogie avec celle-ci; mais elle en diffère en ce que les deux carènes sont très rapprochées et placées vers le milieu des tours, et que le canal qui les sépare n'a que la moitié de la largeur de celui de la suture. — Biaritz.

TURRITELLA (indét.).

On trouve encore à Biaritz des fragments qui se rapportent à deux ou trois espèces, dont une est très voisine de la *T. imbricataria*, Lam. C'est à tort que cette dernière a été récemment citée dans la chaîne d'Hala (Sinde) (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. VI, p. 369).

CERITHIUM (indét.).

Espèce voisine du *C. pyreniforme*, Desh. (pl. 43, fig. 14-16). Les cordelettes longitudinales sont plus prononcées en passant sur les plis, et ceux-ci, plus saillants et plus allongés, se recourbent au lieu de former une pointe relevée à leur extrémité. Cette coquille paraît atteindre, d'ailleurs, de plus grandes dimensions que celle des sables inférieurs du Soissonnais, et se rapprocher sous ce rapport du *C. Geslini*, Desh. (pl. 43, fig. 17-18). — Biaritz.

CERITHIUM (indét.).

Comme pour la coquille précédente, le mauvais état des échantillons ne permet pas de décider s'ils doivent être rapportés au *C. baccatum*, Alex. Brong. (pl. 3, fig. 22) ou au *C. semicoronatum*, Desh. (pl. 50, fig. 1-3, ou à toute autre espèce voisine telle que le *C. conjunctum*, Desh. (pl. 73, fig. 1-2). — Biaritz.

CERITHIUM (indét.).

Fragments voisins de certaines variétés du *C. mutabile*, Desh. (pl. 47, fig. 18-23) et du *C. Blainvillei*, id. (pl 50, fig. 11, 12.). — Biaritz.

CERITHIUM SUBLAMELLOSUM, nob. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. 9, fig. 8).

Biaritz.

Nous n'avons pas reconnu les *C. turritellatum*, Lam., et *cinctum*, cités par M. Pratt à Biaritz (*Proceed. geol. soc. of London*, vol. IV, p. 157. 1843).

PLEUROTOMA (indét.)

Fragment qui paraît être voisin du *P. ramosa* de Bast. (pl. 3, fig. 15). — Biaritz.

PLEUROTOMA (indét.).

Fragment ayant quelque rapport avec le *P. subdecussata*, Desh. (pl. 70, fig. 1-2). — Biaritz.

PLEUROTOMA (indét.).

Espèce voisine du *P. Bellardi*, Des Moul. (Bellardi, *Monogr. des Pleurotomes*, pl. 4, fig. 8), mais plus courte et à tours plus arrondis. — Biaritz.

CORDIERIA BIARITZANA, Alex. Rouault (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 207, 1848), *vide posteà*.

Biaritz. — Bos-d'Arros.

FUSUS.

Comme les Pleurotomes et la plupart des univalves de Biaritz, les Fuseaux sont dans un trop mauvais état de conservation pour pouvoir être déterminés avec quelque certitude. Nous avons cru néan-

moins en distinguer quatre espèces. La première, voisine du *F. marginatus*, Duj. (*Mém. de la Soc. géol.*, vol. II, pl. 19, fig. 3), qui est des faluns de la Touraine ; la seconde, plus grande que la précédente, diffère peu d'une autre espèce des faluns encore inédite; la troisième paraît être le *F. polygonatus*, Alex. Brong. (pl. 4, fig. 4), des couches nummulitiques de Ronca ; la quatrième enfin se rapproche infiniment du *F. aciculatus*, Lam., Desh. (pl. 71, fig. 7, 8), du calcaire grossier des environs de Paris.

PYRULA TRICOSTATA, Desh., pl. 79, fig. 10, 11.

Une coquille très déformée de Biaritz paraît être beaucoup plus voisine de l'espèce des sables inférieurs du Soissonnais que de la *P. clava*, de Bast., des faluns des environs de Bordeaux.

PYRULA CONDITA, Alex. Brong., pl. 6, fig. 4.

Biaritz. — Formation tertiaire moyenne de la France et de l'Italie.

TRITON (indét.).

Biaritz.

MITRA SCALARINA, nov. sp., pl. XIII, fig. 23 *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847).

Coquille fusoïde, mamelonnée au sommet, composée de 8 tours scalariformes. Un rang de tubercules, plissés vers le bas et arrondis en dessus, accompagne la suture, et forme une rampe décurrente à la partie supérieure des tours, tandis que la base de ceux-ci est plane. Dernier tour grand, allongé, conoïde, finement strié à la base. Bord droit inconnu ; bord gauche se prolongeant avec la columelle en un canal droit et rétréci. Une faible callosité remonte de l'extrémité du canal à la naissance du bord droit. Le dernier tour est plus grand que la moitié de la hauteur totale de la coquille, qui est de 11 millim. ; diamètre, 4 1/2.

La netteté et la précision des caractères de cette petite coquille ne permettent pas de la confondre avec les espèces qu'au premier abord on pourrait en croire très voisines. — Biaritz.

VOLUTA AMBIGUA, Sow., pl. 399, fig. 1.

Biaritz. — Bos-d'Arros. — Les Corbières. — Argile de Londres, sables inférieurs du Soissonnais.

VOLUTA (indét.).

Petite espèce voisine de la *V. obsoleta*, Brong. (pl. 15, fig. 30). — Biaritz.

VOLUTA? (indét.).

La Barthe de Pouy, deuxième assise de l'étage supérieur de M. Delbos.

ANCILLARIA OLIVULA, Lam., var. *a*, Desh., pl. 91, fig. 10, 11.

Moule qui ressemble beaucoup aussi à l'*A. rosacea*, Bonelli, de Turin. — Biaritz. Calcaire grossier des environs de Paris.

ANCILLARIA SPISSA, Alex. Rouault (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 207, 1848),
vide posteà.

Biaritz. — Bos-d'Arros.

CASSIS (indét.).

Moule voisin du *C. intermedia*, Bonelli, de Turin, et du *C. striata*, id., des marnes sub-apennines de l'Astésan.

CASSIDARIA? (indét.).

Moule se rapprochant de la *C. carinata*, Lam., Desh. (pl. 85, fig. 1, 2, 8 et 9, et pl. 86, fig. 7), du calcaire grossier. — Manichon, près Brassempouy; étage moyen de M. Delbos.

TEREBELLUM CONVOLUTUM? Lam., Desh., pl. 95, fig. 32, 33.

Biaritz. — Calcaire grossier des environs de Paris, Belgique, argile de Londres, cité à tort dans la chaîne d'Hala (Sinde), *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. VI, p. 369, 1849.

CYPRÆA *an* BRYSCIA ?

Moule ressemblant au *Bryscia verrucosa*, Bonelli, des couches de Superga. — Biaritz.

CONUS ROUAULTI, nov. sp., pl. XIII, fig. 22, *a*.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 207, 1848).

Coquille assez petite. Spire légèrement concave, élevée, très pointue au sommet, formée de 9 tours dont les quatre premiers sont lisses. Les suivants sont ornés d'un rang de tubercules un peu comprimés au nombre de 15, et divisés par une strie. Au-dessus de ces tubercules qui bordent la base des tours, la surface de ceux-ci est striée, et un cordon granuleux accompagne la suture. Le dernier tour régulièrement conique, un peu plus haut que la spire, est couvert de stries régulières, égales, équidistantes, traversées par des stries d'accroissement très délicates, serrées et arquées en avant, indiquant la forme du bord droit Bord gauche simple, columelle droite, surmontée d'un pli. Ouverture très étroite. — Hauteur, 11 millim.; largeur du dernier tour, 5.

Cette espèce élégante, dont nous devons la connaissance à M. Alex. Rouault, se rapproche du *C. scabriculus*, Brand., Sow. (pl. 303, fig. 2; Desh., pl. 98, fig. 17, 18), des argiles de Barton et des sables moyens du nord de la France; mais elle en diffère surtout par l'absence des granulations si prononcées sur le dernier tour. Elle serait plus voisine encore du *C. concinnus*, Sow. (pl. 303, fig. 2); mais sa spire est plus courte, plus acuminée, les tours paraissent être plus nombreux, les stries du dernier tour beaucoup plus prononcées et plus régulières. Peut-être ne serait-ce qu'une variété *minor* de la coquille de l'argile de Londres, qui paraît exister aussi à Bassano et dans le Vicentin. Le texte et les figures du *Mineral Conchology* nous laissent encore des doutes à cet égard — Biaritz (1).

CÉPHALOPODES.

BELOPTERA BELEMNITOIDEA, de Blainv., Desh.? pl. 100, fig. 4, 5, 6.

Peut-être cette espèce plus petite, et qui diffère, à certains égards, de celle du terrain tertiaire du nord, pourrait-elle en être séparée. — Biaritz.

CRUSTACÉS.

CANCER BOSCII, Desm., pl. 8, fig. 3, 4.

Nousse, étage moyen de M. Delbos. — Vérone.

CANCER QUADRILOBATUS, Desm., pl. 8, fig. 1, 2.

Trabaye, Hontet, étage inférieur.

(1) Il existe encore dans la collection de M. Pratt cinq ou six espèces de coquilles univalves, dont les genres n'ont pu être déterminés.

TABLEAU DES FOSSILES

DU

GROUPE NUMMULITIQUE DES ENVIRONS DE BAYONNE ET DE DAX.

GENRES.	CLASSES, ORDRES ET ESPÈCES.	PLANCHES ET FIGURES des volumes II, 1re série, II et III, 2e série, des *Mémoires de la Société géologique* (1).	PAGES des mêmes volumes.
	POLYPIERS.		
CYCLOLITES	*andianensis*, nov. sp.	III, pl. 8, fig. 1.	III, 401.
—	*lenticularis*, id.	*ib.*, pl. 8, fig. 2.	*ib.*
TROCHOCYATHUS	*atalayensis*, id.	*ib.*, pl. 8, fig. 3.	*ib.*
—	*subundosus*, id.	*ib.*, pl. 8, fig. 4.	*ib.*, 402.
TURBINOLIA	*calcar*, nob. (*Flabellum pyrenaicum*, Mich.; *Trochocyathus*, id., Miln. Edw. et J. Ha.).	II, pl. 5, fig. 1, 2, 3.	II, 192; III, 402.
—	*dentalina*, nob. (*Flabellum vaginale*, Mich.; *Trochocyathus Dufrenoyi* jeune, Miln. Edw. et J. Ha.).	*ib.*, pl. 5, fig. 6.	II, 193.
—	*Dufrenoyi*, nob. (*Flabellum*, id., Miln. Edw. et J. Ha.)	*ib.*, pl. 5, fig. 4, 5.	*ib.*, 192.
—	(indét.)	....	III, 402.
CYATHINA	*vertebrata*, nov. sp.	III, pl. 8, fig. 5.	*ib.*
CARYOPHYLLIA	*geniculata*, nob. (*Balanophyllia*, id., Miln. Edw. et J. Ha.)	II, pl. 5, fig. 7.	II, 193.
LITHODENDRON	*granulosum*, Goldf., pl. 27, fig. 12	....	III, 403.
OCULINA	*incerta*, Mich., pl. 63, fig. 11	....	II, 191; III, 403.
—	*raristella*, Defr., var.	III, pl. 8, fig. 6.	III, 403.
—	*rugosa*, nov. sp.	*ib.*, pl. 8, fig. 7.	*ib.*
STEPHANOCOENIA	*Haimei*, id.	*ib.*, pl. 8, fig. 8.	*ib.*
ASTRÆA	*brevissima*, Desh., Mich., pl. 63, fig. 8.		
LICHENOPORA	*conjuncta*, Mich., pl. 63, fig. 16	....	*ib.*
—	*spongioides*, nov. sp.	III, pl. 8, fig. 9.	III, 404.
ORBITOLITES	*Fortisii*, id.	*ib.*, pl. 8, fig. 10, 11, 12	II, 194; III, 404.
—	*papyracea*, id. (*Nummulites*, id., Boub.)	*ib.*, pl. 8, fig. 13.	II, 1re sér., 191; II, 199; III, 405.
—	*radians*, id.	*ib.*, pl. 8, fig. 15.	III, 405.
—	*sella*, id.	*ib.*, pl. 8, fig. 16.	*ib.*
—	*stellata*, id.	II, pl. 7, fig. 1; III, pl. 8, fig. 14.	II, 1re sér., 179; II, 199; III, 405.
—	*submedia*, nob. (*O. Prattii*, Mich.)	*ib.*, pl. 6, fig. 6.	II, 194; III, 406.
DIASTOPORA	*Labati*, nov. sp. (*Pustulopora*, id., nob.).	*ib.*, pl. 5, fig. 10.	*ib.*, 194; *ib.*
—	*rotula*, Reuss. pl. 7, fig. 8	....	III, 406.
—	*Thorenti*, Mich., pl. 63, fig. 15.	....	*ib.*
CERIOPORA	*intricata*, nov. sp.	III, pl. 8, fig. 19.	*ib.*
—	(indét.)	....	*ib.*, 407.
PUSTULOPORA	*mamillata*, nob.	II, pl. 5, fig. 9.	II, 194.
HETEROPORA	*rugosa*, nov. sp. (*Ceriopora sublævigata*, nob.)	*ib.*, pl. 5, fig. 8; III, pl. 8, fig. 18.	*ib.*, 194; III, 407.
—	*subconcinna*, id.	III, pl. 8, fig. 17.	III, 407.
PRATTIA	*glandulosa*, nov. sp.	III, pl. 8, fig. 20.	*ib.*
HORNERA	*Edwardsii*, id.	*ib.*, pl. 8, fig. 22.	*ib.*, 408.
—	*Hippolythus*, Defr.	*ib.*, pl. 8, fig. 21.	*ib.*
IDMONEA	*hybrida*, nov. sp.	*ib.*, pl. 8, fig. 24.	*ib.*, 409.

(1) Le volume II, de la 1re série, étant rarement cité dans ce tableau, c'est le seul auquel soit ajoutée la désignation de la *série*; celui de la 2e série est indiqué seulement par le chiffre II.

GENRES.	CLASSES, ORDRES ET ESPÈCES.	PLANCHES ET FIGURES des volumes II, 1re série, II et III, 2e série, des *Mémoires de la Société géologique.*	PAGES des mêmes volumes.
IDMONEA	*Petri*, nob.	II, pl. 5, fig. 11.	II, 195; III, 409.
—	*trapezoides*, nov. sp.	III, pl. 8, fig. 23.	III, 408.
ESCHARA	*ampulla*, id.	*ib.*, pl. 9, fig. 3.	*ib.*, 411.
—	*dentalina*, id.	*ib.*, pl. 9, fig. 1.	*ib.*, 409.
—	*labiata*, nob.	II, pl. 5, fig. 12	II, 195.
—	*Leymeriana*, Mich., pl. 63, fig. 17.		
—	*monilifera*, Miln. Edw.? pl. 9, fig. 1.		III, 409.
—	*nobilis?* Mich., pl. 79, fig. 1.		*ib.*, 410.
—	*subchartacea* (*E. chartacea*, nob., *non* Lam.)	II, pl. 5, fig. 13; III, pl. 9, fig. 2.	II, 196; III, 410.
—	*subpyriformis*, nob.	II, pl. 5, fig. 21	II, 195.
—	(indét.)		II, 196.
—?	(indét.)		III, 411.
RETEPORA	*echinulata* de Blainv., Mich., pl. 14, fig. 11.		
—	*fenestrata?* Goldf., pl. 30, fig. 9.		II, 196.
—	*Ferussaci*, Mich.	III, pl. 9, fig. 4.	III, 411.
—	*subcancellata*, nov. sp.	*ib.*, pl. 9, fig. 5.	*ib.*
—	*vibigata?* Goldf., pl. 36, fig. 18.		*ib.*
—	(indét.)		*ib.*, 412.
LUNULITES	*glandulosa*, nob.	II, pl. 5, fig. 14; III, pl. 9, fig. 6.	II, 196; III, 412.
—	*urceolata*, Lam., Goldf., pl. 12, fig. 7.		*ib.*, 196.
—	*Vandenheckei*, Mich., pl. 63, fig. 12.		*ib.*, 197.
FLUSTRA	(indét.)		III, 412.
CELLARIA	*distans*, nov. sp.	III, pl. 9, fig. 9.	*ib.*, 413.
—	*minuta*, id.	*ib.*, pl. 9, fig. 8.	*ib.*, 412.
—	*subexarata*, id.	*ib.*, pl. 9, fig. 7	*ib.*
—?	(indét.)	*ib.*, pl. 9, fig. 9B.	*ib.*, 413.
AULOPORA	(indét.)		*ib.*
GUETTARDIA	*Thiolati*, nob.	II, pl. 5, fig. 15; pl. 7, fig. 5, 6, 7.	II, 197.
TRAGOS	*mamillatus*, nov. sp.	III, pl. 9, fig. 10.	III, 413.
SCYPHIA	*quinquelobata*, id.	*ib.*, pl. 9, fig. 13	*ib.*, 414.
—	*Samueli*, id.	*ib.*, pl. 9, fig. 11, 12.	*ib.*, 413.
SPONGIA	(indét.)		*ib.*, 414.
VIRGULARIA	*incerta*, nov. sp.	III, pl. 9, fig. 14.	*ib.*
ANTIPATHES?			II, 197.
GORGONIA?			*ib.*, 197.

FORAMINIFÈRES.

NUMMULINA	*biaritzana*, nob. (*N. atacicus* et *atacica*, Leym.)	III, pl. 9, fig. 15, 16.	II, 1re sér., 191; II, 198; III, 414.
—	*crassa*, Boub. (*N. obtusa*, Sow., *non* id., Jol. et Leym.).	*ib.*, pl. 9, fig. 16B.	*ib.*, 191; *ib.*, 199; *ib.*, 415.
—	*elegans*, Sow. (pl. 538, fig. 2, fig. de droite, de gauche et coupe du milieu)		II, 199.
—	*garanciana*, Jol. et Leym., pl. 1, fig. 9-12, et pl. 2, fig. 8.		
—	*granulosa*, nov. sp.	III, pl. 9, fig. 19, 22.	III, 415.
—	*intermedia*, nob.	*ib.*, pl. 9, fig. 23, 24.	II, 199; III, 416.
—	*lævigata*, Lam., Sow., pl. 538, fig. 1.		*ib.* 199; *ib.*, 415.
—	*mamillata*, nov. sp.	III, pl. 9, fig. 18.	III, 417.
—	*millecaput*, Boub., Joly et Leym., pl. 1, fig. 1.		II, 1re sér., 191; II, 198.
—	*obtusa*, Jol. et Leym., pl. 1, fig. 13-14; pl. 2, fig. 3 (*non* id. Sow.).		
—	*variolaria*, Lam., Sow., pl. 538, fig. 3.		II, 199.

GENRES.	CLASSES, ORDRES ET ESPÈCES.	PLANCHES ET FIGURES des volumes II, 1re série, II et III, 2e série, des *Mémoires de la Société géologique.*	PAGES des mêmes volumes.
ASSILINA.	*vasca*, Jol. et Leym., pl. 1, fig. 15-17; pl. 2, fig. 7.		
OPERCULINA . . .	*planospira*, nov. sp. (*Nummulites*, id., Boub.).	III, pl. 9, fig. 17. .	II, 1re sér., 191; II, 199; III, 417.
—	*ammonea*, Leym., pl. 13, fig. 11.	. . . .	II, 199.
—	*Boissyi*, nov. sp.	III, pl. 9, fig. 26. .	III, 417.
	granulosa, Leym., pl. 13, fig. 12.	. . . .	*ib.*
	RADIAIRES.		
	STELLÉRIDES.		
ASTERIAS.	*Desmoulinsii*, nov. sp.	III, pl. 10, fig. 1. .	III, 418.
	CRINOIDES.		
PENTACRINITES. .	*didactylus*, d'Orb.	II, pl. 5, fig. 16, 18.	II, 200; III, 417.
—	(indét.).	*ib.*, pl. 5, fig. 19. .	*ib.*, 200.
BOURGUETICRINUS.	*Thorenti*, nob.	*ib.*, pl. 5, fig. 20; III, pl. 9, fig. 27-32. .	*ib.*, 200; III, 418.
	ECHINODERMES.		
CIDARIS. . . . . . (Baguettes.)	*acicularis*, nob.	III, pl. 10, fig. 5. .	III, 419.
—	*incerta*, nov. sp.	*ib.*, pl. 10, fig. 11. .	*ib.*, 420.
—	*interlineata*, id.	*ib.*, pl. 10, fig. 10.	*ib.*
—	*prionata*, Agass.	II, pl. 7, fig. 16; III, pl. 10, fig. 2. .	II, 206; III, 419.
—	*semiaspera*, nob.	*ib.*, pl. 7, fig. 18; III, pl. 10, fig. 3. .	*ib.*, 206; *ib.*
—	*serrata*, id.	III, pl. 10, fig. 6. . .	III, 419.
—	*striatogranosa*, nov. sp.	*ib.*, pl. 10, fig. 7. .	*ib.*, 420.
—	*subcylindrica*, id.	*ib.*, pl. 10, fig. 8. .	*ib.*
—	*sublævis*, id.	*ib.*, pl. 10, fig. 9. .	*ib.*
—	*subserrata*, id.	*ib.*, pl. 10, fig. 12. .	*ib.*
—	*subularis*, nob.	II, pl. 7, fig. 17; III, pl. 10, fig. 4. .	II, 206, III, 419.
DIADEMA.	*arenatum*, id.	III, pl. 10, fig. 14. .	III, 421.
*GONIOPYGUS. . .	*pelagiensis*, nov. sp.	*ib.*, pl. 10, fig. 13. .	*ib.*, 420.
COELOPLEURUS . .	*Agassizii*, nob.	II, pl. 8, fig. 2; III, pl. 10, fig. 15. . .	II, 1re sér., 179; II, 205; III, 421.
* —	*id.*, var. ?	III, pl. 10, fig. 15B. .	III, 421.
—	*equis*, Agass.	. . . .	II, 205; III, 421.
SCUTELLA.	*subtetragona*, Grat., pl. 1, fig. 4.	. . . .	II, 1re sér., 179; II, 205.
ECHINOCYAMUS . .	*planulatus*, nob.	III, pl. 10, fig. 16. .	III, 422.
* —	*subcaudatus*, Agass.	*ib*, pl. 10, fig. 17. .	*ib.*
PYGORHYNCHUS. .	*Delbosii*, Des.	*ib.*, pl. 11, fig. 1. . .	*ib.*
—	*Desorii*, nob.	*ib.*, pl. 10, fig. 18. .	*ib.*
—	*heptagonus*, Des.	. . . .	*ib.*, 426.
—	*sopitianus*, nob.	II, pl. 6, fig. 5. . .	II, 203.
PIGAULUS ?	(indét.).	. . . .	III, 223.
* ECHINOLAMPAS. .	*dorsalis*, Agass. et Des.	III, pl. 11, fig. 2. .	*ib.*
—	*ellipsoidalis*, nob.	II, pl. 6, fig. 3. . .	II, 203.
—	*politus*, Des Moul., (*E. ellipticus*, Ag., nob.).	. . . .	*ib.*, 204.
—	*subsimilis*, nob. (*Clypeaster affinis*, Gold., nob.).	II, pl. 6, fig. 4. . .	II, 1re sér., 179; II, 204.
* —	*id.*, var.	III, pl. 10, fig. 19. .	III, 223.

* Les espèces ou variétés précédées d'un astérisque proviennent de S.-Palais (embouchure de la Gironde), dont les couches ne paraissent pas appartenir au groupe nummulitique.

GENRES.	CLASSES, ORDRES ET ESPÈCES.	PLANCHES ET FIGURES des volumes II, 1re série, II et III, 2e série, des *Mémoires de la Société géologique.*	PAGES des mêmes volumes.
CONOCLYPUS. . . .	*conoideus*, Agass. (*Galerites*, id., Lam., Gold., pl. 41, fig. 8).	. . . .	III, 426.
—	*ovum*, id., (*Galerites*, id., Grat., pl. 2, fig. 20).	. . . .	*ib.*
MACROPNEUTES. .	*pulvinatus*, id., (*Micraster*, id., nob.). . . .	II, pl. 6, fig. 1. . .	II, 201.
EUPATAGUS. . . .	*brissoides*, id. (*Spatangus punctatus*, Grat., pl. 1, fig. 11).	. . . .	III, 426.
—	*ornatus*, id. (*Spatangus*, id., Defr., Alex. Brong., Goldf., pl. 47, fig. 2).	. . . .	II. 1re sér., 180; II,202; III,426.
*GUALTIERIA. . .	*Orbignyana*, id. et Des. (pl. 16, fig. 11). . .	. . . .	III, 424.
*AMPHIDETUS. . .	*subcentralis*, id.	III, pl. 11, fig. 3. .	*ib.*
BRISSUS.	*subacutus*, id. (*Micraster*, id., nob.).	II, pl. 7, fig. 15. .	II, 201.
BRISSOPSIS. . . .	*elegans*, id.	III, pl. 10, fig. 20. .	III, 424.
HEMIASTER. . . .	*complanatus*, nob.	*ib.*, pl. 11, fig. 6. .	*ib.*
—	*foveatus*, Des.	. . . .	*ib.*, 427.
—	*verticalis*, Agass. (*Schizaster*, id., nob.). . .	II, pl. 6, fig. 2. . .	II, 202; III, 425.
—	(indét.)	. . . .	III, 425.
* —	(indét.)	. . . .	*ib.*
SCHIZASTER. . . .	*ambulacrum*, id., (*Spatangus*, id., Desh., Coq. caract., pl. 7, fig. 4)	. . . .	III, 427.
—	*rimosus*, id. (*Spatangus acuminatus?* Goldf., nob).	III, pl. 11, fig. 5. .	II, 203; III, 425.
* —	*subincurvatus*, id.	. . . .	III, 427.
* —	*vicinalis*, td.	III, pl. 11, fig. 4. .	*ib.*, 426.
MICRASTER. . . .	*aquitanicus*, id. (*Spatangus*, id., Grat., pl. 2. fig. 17).	. . . .	*ib.*, 427.
	ANNÉLIDES.		
SERPULA.	*alata*, nov sp.	III, pl. 9, fig. 33. .	III, 427.
—	*angulata*, de Munst., Goldf., pl. 71, fig. 5. .	. . . .	II, 207.
—	*corona*, nob.	II, pl. 7, fig. 7. . .	*ib.*, 207.
—	*corrugata*, Goldf., var.	*ib.*, pl. 6, fig. 5. . .	II, 1re sér., 180; II,206; III,427.
—	*dilatata*, nob.	*ib.*, pl. 7, fig. 3, 4. .	II, 206; III, 427.
—	*eruca*, id.	*ib.*, pl. 7 fig. 8; III, pl. 9, fig. 34. . . .	*ib*, 207; *ib.*
—	*funiculosa*, nov. sp.	. . . .	III, 427.
—	*inscripta*, id.	III, pl. 9, fig. 35. .	*ib.*, 438.
—	*nuda*, nob.	II, pl. 7, fig. 6. . .	II, 207.
—	*spirulœa*, Lam., Goldf., pl. 71, fig. 8.	. . . .	II, 1re sér., 180; II,206; III,427.
	MOLLUSQUES.		
	CIRRHIPÈDES.		
BALANUS.	(indét.)	. . . .	III, 428.
	CONCHIFÈRES DIMYAIRES.		
SEPTARIA.	*tarbelliana*, nob.	II, pl. 8, fig. 11. .	II, 207.
TEREDO.	*Tournali*, Leym. (jeune et pièces accessoires) .	III, pl. 12, fig. 1, 1 *bis.*	II, 208; III, 428.
—	(indét.).	. . . .	II, 208.
PHOLADOMYA. . .	*Puschii*, Goldf., pl. 158, fig. 3.	. . . .	*ib.*, 208; III, 428.
—	(indét.)	. . . .	*ib.*, 208.
SOLEN	*strigillatus*, Lam., var. *minor*, Desh., pl. 2, fig. 22, 23.	. . . .	III, 428.
CRASSATELLA. . .	*compressa*, Lam., Desh., pl. 3, fig. 8, var. *b.*	. . . .	*ib.*
—	*rhomboidea*, nob. (*C. Archiaciana*, Nyst. . .	II, pl. 7, fig. 9. . .	II, 208.
CORBULA.	*Archiaci*, Alex. Rouault (*posteà*).	. . . .	III, 429.
—	*rugosa*, Lam., Desh., pl. 7, fig. 16, 17, 22. .	. . . .	*ib.*

GENRES.	CLASSES, ORDRES ET ESPÈCES.	PLANCHES ET FIGURES des volumes II, 1re série, II et III, 2e série, des *Mémoires de la Société géologique.*	PAGES des mêmes volumes.
CORBULA.	*striata*, Lam., var. Desh., pl. 8, fig. 1-3; pl. 9, fig. 1-5.	. . . .	III, 429.
TELLINA.	*biangularis*, Desh.? pl. 12, fig. 1, 2.	. . . .	*ib.*
LUCINA.	*Goodhalli*, Sow.? (Transact., 2e sér., vol. V, pl. 8, fig. 7).	. . . .	*ib.*
—	*mutabilis*, Lam., Desh., pl. 14, fig. 6, 7. . . .	. . . .	*ib.*
ASTARTE.	*Prattii*, nov. sp.	III, pl. 12, fig. 2. .	*ib.*
CYTHEREA	*incrassata?* var. (*Venus*, id., Sow., pl. 155, fig. 2).	. . . .	II, 208; III, 430.
—	*lævigata*, Lam., Desh.? pl. 20, fig. 12-13. . .	. . . .	III, 430.
—	*nitidula*, id. id.? pl. 21, fig. 3, 6.	. . . .	II, 208; III, 429.
—	*suberycinoides*, Desh.? pl. 22, fig. 8, 9. . . .	. . . .	III, 430.
—	*Verneuili*, nob.	II, pl. 7, fig. 10. . .	II, 208.
VENUS.	*lineolata*, Sow., pl. 422, fig. 2.	. . . .	III, 430.
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
VENERICARDIA . .	*Barrandei*, nov. sp.	III, pl. 12, fig. 3, 4.	*ib.*
—	*subvicinalis*, id.	*ib.*, pl. 12, fig. 5. .	*ib.*
CARDIUM.	*inscriptum*, id.	. . . .	*ib.*, 431.
—	*Orbignyanum*, nob.	II, pl. 7, fig. 13. . .	II, 209.
—	(indét.).	. . . .	III, 431.
CYPRICARDIA ? . .	*incerta*, nov. sp.	III, pl. 12, fig. 7. .	*ib.*
—?	*rugosa*, id..	*ib.* pl. 12, fig. 6. . .	*ib.*
ARCA.	*barbatula*, Lam., Desh., pl. 32, fig. 11-12. .	. . . .	*ib.*
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
NUCULA.	*depressa*, Nyst, pl. 15, fig. 7.	. . . .	*ib.*
—	*margaritacea*, Lam., Desh., pl. 36, fig. 13-21.	. . . .	*ib.*
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
STALAGMIUM . . .	*aviculoides*, nov. sp.	III, pl. 12, fig. 11. .	*ib.*, 432.
—	*Nystii*, Galeot., Nyst, pl. 18, fig. 6.	. . . .	*ib.*
TRIGONOCOELIA. .	*Goldfussii?* Nyst, pl. 19, fig. 4.	. . . .	*ib.*
CHAMA	*antescripta*, nob.	II, pl. 7, fig. 12. .	II, 209; III, 432.
—	*granulosa*, nov. sp.	III, pl. 12. fig. 9, 10.	III, 433.
—	*subcalcarata*, nob.	II, pl. 7, fig. 11. . .	II, 209.
	CONCHIFÈRES MONOMYAIRES.		
MYTILUS	*sericeus?* Bronn., Goldf., pl. 131, fig. 12. . .	. . . .	III, 433.
—	*subcarinatus* (*Modiola*, id., Lam., Desh., pl. 39, fig. 4, 5).	. . . .	*ib.*
—	*subhillanus*, nov. sp.	III, pl. 12, fig. 8. . .	*ib.*
PINNA.	*transversa*, nob.	II, pl. 8, fig. 1. . .	II, 210.
LIMA.	*Bellardii*, nov. sp.	III, pl. 12, fig. 12. .	III, 433.
—	*trabayensis*, id.	*ib.*, pl. 12, fig. 13. .	*ib.*, 434.
PECTEN.	*biaritzensis*, nob.	II, pl. 8, fig. 9. . .	II, 210.
—	*Boissyi*, id.	II, 1re sér., pl. 13, fig. 15.	II, 1re sér., 187; II, 211.
—	*Gravesi*, nov. sp.	III, pl. 12, fig. 18. .	III, 435.
—	*infumatus*, Lam., Desh.? pl. 48, fig. 1-5. . .	. . . .	*ib.*, 436.
—	*Michelottii*, nov. sp.	III, pl. 12, fig. 20, 21.	*ib.*, 435.
—	*opercularis*, Lam.?	. . . .	*ib.*, 437.
—	*ornatus*, Desh., var.	III, pl. 12, fig. 17. .	*ib.*, 435.
—	*solea*, Desh., pl. 42, fig. 12, 13.	. . . .	*ib.*, 436.
—	*subdiscors*, nob.	II, pl. 8, fig. 10. . .	II, 211; III, 434.
—	*subimbricatus*, de Munst., Gold., pl. 94, fig. 8, var. *minor*.	. . . .	III, 436.
—	*subopercularis*, nov. sp.	III, pl. 12, fig. 19. .	*ib.*
—	*subtripartitus*, id.	*ib.*, pl. 12, fig. 14, 15, 16.	II, 1re sér., 187; II, 210; III, 434.

GENRES.	CLASSES, ORDRES ET ESPÈCES.	PLANCHES ET FIGURES des volumes II, 1re série, II et III, 2e série, des *Mémoires de la Société géologique*.	PAGES des mêmes volumes.
PECTEN	*Thorenti*, nob.	II, pl. 8, fig. 8.	II, 211.
—	(indét.)		III, 436.
PLICATULA	*Koninckii*, nob.	II, pl. 9, fig. 5.	II, 212.
SPONDYLUS	*asperulus ?* de Munst., Goldf., pl. 106, fig. 9.		III, 437.
—	*bifrons ?* id., id., pl. 106, fig. 10.		*ib.*
—	*detritus*, nob.	II, pl. 9. fig. 2.	II, 212.
—	*dubius*, id.	*ib.*, pl. 9, fig. 1.	*ib.*, 213.
—	*Nystii*, id.	*ib.*, pl. 9, fig. 3, 4.	*ib.*, 212; III, 437.
—	*planicostatus*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 2.	III, 438.
—	*rarispina*, Desh., pl. 46, fig. 6, 10.		*ib.*, 438.
—	*subspinosus*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 1.	*ib.*, 437.
—	(indét.).		*ib.*, 438.
OSTREA	*callifera*, Lam., Desh. ? pl. 50, fig. 51.		*ib.*, 440.
—	*cariosa*, Desh. ? pl. 54, fig. 5, 6.		*ib.*
—	*caudata*, de Munst., Goldf. ? pl. 77. fig. 7		*ib.*
—	*cyathula*, Lam., Desh. ? pl. 54, 61.		*ib.*
—	*flabellula*, id., id. ? pl. 63. fig. 5, 6, 7.		II, 213; III, 440.
—	*gigantea*, Brand., pl. 8, fig. 18, var. *a* Desh.		II, 1re sér., 184; II, 213; III, 440.
—	*hippopodium*, Nils, pl. 7, fig. 1.		III, 440.
—	*inscripta*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 26, 27, 28.	*ib.*
—	*lateralis*, Nils., pl. 7, fig. 7.		II, 213; III, 440.
—	*longicauda*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 3.	III, 439.
—	*Martinsii*, id	*ib.*, pl. 13, fig. 25.	*ib.*, 438.
—	*palliata*, Goldf. ?? pl. 77, fig. 4.		II, 213; III, 440.
—	*subhippopodium*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 4.	III, 439.
—	*vesicularis*, Lam., Al. Brong., pl. 3, fig. 5.		II, 213; III, 440.
—	id., var. ?	III, pl. 13, fig. 24.	*ib.*, 213; *ib.*
—	*vulsellæformis*, nov. sp.	*ib.*, pl. 13, fig. 5.	III. 439.
GRYPHÆA	(indét.).		II, 214.
VULSELLA	*exogyra*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 7, 8.	III, 441.
—	*falcata*, Goldf., pl. 107, fig. 10.		II, 1re sér.; III, 440.
—	id., var., nob.	II, pl. 8, fig. 2, 3, 4.	II, 214.
—	*lingulæformis*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 6.	III, 441.
ANOMIA	*intustriata*, id.	*ib.*, pl. 13, fig. 9, 10, 11.	III, 441.
	BRACHIOPODA.		
ORBICULA	*tarbelliana*, nob.	II, pl. 9, fig. 6.	II, 215.
TEREBRATULA	*æquilateralis*, id.	*ib.*, pl. 9, fig. 7.	*ib.*, 214.
—	*Delbosii*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 13, 14.	III, 442.
—	*Faujasii*, Roem., pl. 7, fig. 8.		*ib.*
—	*tenuistriata*, Leym., var. *a*, nob.	II, pl. 7, fig. 14.	II, 214; III, 442.
—	id., var. *b*, nob.	III, pl. 13, fig. 12.	III, 442.
—	voisine des *T. bisinuata*, Lam., et *succinea*, Desh.		*ib.*
	GASTÉROPODES.		
DENTALIUM	*fossile*, Linn. ? an *grande*, Desh. ?		II, 215; III, 443.
—	*duodecimcostatum*, nov. sp.		III, 443.
—	*strangulatum*, Desh., pl. 16, fig. 28.		*ib.*
—	(indét.).		*ib.*
NATICA	*sigaretina*, Desh., pl. 21, fig. 5, 6.		*ib.*
—	*spirata*, id. ? pl. 21, fig. 1, 2.		*ib.*
—	(indét.).		II, 215.
SCALARIA	*decussata*, Lam., Desh., pl. 23, fig. 1, 2.		III, 443.
—	*semicostata*, Sow., pl. 577, fig. 6.		*ib.*
—	*subundosa*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 18.	*ib.*

GENRES.	CLASSES, ORDRES ET ESPÈCES.	PLANCHES ET FIGURES des volumes II, 1re série, II et III, 2e série, des *Mémoires de la Société géologique*.	PAGES des mêmes volumes.
SCALARIA.	(indét.).	III, pl. 13, fig. 17. .	III, 444.
TORNATELLA. . .	*alligata*, Desh. ? pl. 23, fig. 3, 4.	. . . .	II, 215.
—	(indét.).	. . . .	III, 444.
SOLARIUM.	(indét.).	. . . .	*ib.*
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
TROCHUS.	*turgidulus*, Brocc.? de Bast., pl. 1, fig. 20. .	. . . .	*ib.*
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
TURBO.	*Buchii*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 21. .	*ib.*, 445.
—	*Damouri*, id.	*ib.*, pl. 13, fig. 16. .	*ib*, 444.
—	*lapurdensis*, id.	*ib.*, pl. 13, fig. 20. .	*ib.*, 445.
—	*Wegmanni*, id.	*ib.*, pl. 13, fig. 15. .	*ib.*
VERMETUS.	(indét.).	. . . .	*ib.*
TURRITELLA. . . .	*asperula*, Al. Brong.? pl. 2, fig. 9.	. . . .	*ib.*
—	*carinifera*, Desh., pl. 36, fig. 1, 2.	. . . .	II, 215; III, 445.
—	*imbricataria*, Lam., Desh. ? pl. 35-38. . . .	. . . .	II, 215; III, 446.
—	*inscripta*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 19. .	III, 445.
—	(indét.).	. . . .	*ib.*, 446.
CERITHIUM. . . .	*baccatum*, Al. Brong., an *semicoronatum*, Desh. ?	. . . .	II, 216; III, 446.
—	*sublamellosum*, nob.	II, pl. 9, fig. 8. . .	II, 215; III, 446.
—	(indét.).	. . . .	III, 446.
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
PLEUROTOMA. . .	(indét.).	. . . .	*ib.*
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
CORDIERIA. . . .	*biaritzana*. Alex. Rouault (*posteà*).	. . . .	*ib.*
FUSUS.	*aciculatus*, Lam., Desh. ? pl. 71, fig. 7, 8. . .	. . . .	*ib*, 447.
—	*polygonatus*, Al. Brong. ? pl. 4, fig. 4. . . .	. . . .	*ib.*
—	(indét).	. . . .	*ib.*
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
—	(indét.).	. . . .	II, 216.
PYRULA.	*condita*, Al. Brong., pl. 6, fig. 4.	. . . .	III, 447.
—	*tricostata*, Desh. ? pl. 79, fig. 10, 11.	. . . .	*ib.*
TRITON.	*bicinctum*, id., pl. 80, fig. 33-35.	. . . .	II, 216.
—	(indét.).	. . . .	III, 447.
CASSIDARIA ? . . .	(indét.).	. . . .	*ib.*
CASSIS.	(indét.).	. . . .	*ib.*
MITRA	*scalarina*, nov. sp.	III, pl. 13, fig. 23. .	*ib.*
VOLUTA.	*ambigua*, Sow., pl. 399, fig. 1.	. . . .	*ib.*
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
—	(indét.).	. . . .	*ib.*
CYPRÆA *an* BRYSCIA?	(indét.).	. . . .	*ib.*, 448.
TEREBELLUM. . .	*convolutum*, Lam., Desh. ? pl. 95. fig. 32, 33.	. . . .	*ib.*
ANCILLARIA. . . .	*olivula*, Lam., var. *a*, Desh., pl. 91, fig. 10, 11.	. . . .	*ib.*, 447.
—	*spissa*, Alex. Rouault (*posteà*).	. . . .	*ib.*
CONUS.	*Rouaulti*, nob.	III, pl. 13, fig. 22. .	*ib.*, 448.
—	(indét.).	. . . .	II, 216.
(Indét.).	six espèces de genres indéterminables.		
	CÉPHALOPODES.		
BELOPTERA. . . .	*belemnitoidea*, de Blainv.. Malac., suppl., pl. 11, fig. 8.	. . . .	II, 216; III, 448.
	CRUSTACÉS.		
CANCER.	*Boscii*, Desm., pl. 8, fig. 3, 4.	. . . .	III, 448.
—	*quadrilobatus*, id., pl. 8, fig 1, 2.	. . . .	II, 1re sér., 192; II, 216; III, 448.
—	*punctulatus*, id., pl. 7, fig. 3, 4.	. . . .	II, 1re sér., 192; II, 216.
—	(indét.).	. . . .	II, 216.

RÉSUMÉ DU TABLEAU PRÉCÉDENT.

CLASSES et ORDRES.		GENRES.	TOTAL DES ESPÈCES.	ESPÈCES PROPRES.	ESPÈCES INDÉTERMINÉES.	ESPÈCES COMMUNES au groupe nummulitique du départem. de l'Aude.	ESPÈCES COMMUNES à d'autres gisements nummulitiques.	ESPÈCES COMMUNES aux formations tertiaires inférieure.	ESPÈCES COMMUNES aux formations tertiaires moyenne et supérieure.	ESPÈCES dont les analogies sont douteuses.	ESPÈCES COMMUNES à la formation crétacée.
Polypiers		31	71	41	9	»	9	7	7	6	»
Foraminifères		4	16	5	»	3	8	3	»	»	»
Radiaires	stellérides	1	1	1	»	»	»	»	»	»	»
—	crinoïdes	2	3	2	»	»	»	1 ?	»	»	»
—	échinodermes (1)	16	38	29	2	»	5	1	1	»	»
Annélides		1	10	7	»	»	1	2?	»	»	»
Mollusques	cirrhipèdes	1	1	»	1	»	»	»	»	»	»
—	dimyaires	19	40	14	6	2	1	14	3	6	»
—	monomyaires	10	50	25	3	2	4	10	8	8	3
—	brachiopodes	2	6	3	1	1	»	»	»	»	1
—	gastéropodes	24	62	11	31	3	4	16	4	9	»
—	céphalopodes	1	1	»	»	»	»	1	»	»	»
Crustacés		1	4	1	1	»	2	»	»	»	»
Totaux		113	303	139	54	11	34	55	23	29	4

(1) Les neuf espèces d'échinodermes décrites comme provenant de Saint-Palais ne sont pas comprises dans ces nombres.

VII.

DESCRIPTION

DES

FOSSILES DU TERRAIN ÉOCÈNE

DES ENVIRONS DE PAU,

PAR

M. ALEXANDRE ROUAULT.

PRÉSENTÉE A LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE LE 21 FÉVRIER 1848 (1).

INTRODUCTION.

Lorsque nous avons publié la liste des fossiles recueillis par notre ami M. Lejeune à Bos d'Arros, le nombre des espèces s'élevait seulement à 109 ; depuis cette époque, M. Lejeune a eu l'obligeance de nous envoyer le résultat de ses nouvelles recherches, et nous avons pu constater dans notre collection la présence de 144 espèces. En soustrayant, de ce dernier nombre, 16 espèces indéterminables, il nous reste 128 espèces caractérisées, dont 56 déjà connues, et 88 nouvelles. Les 56 espèces connues sont toutes éocènes, à l'exception d'une seule que nous rapportons avec doute au *Cerithium conjunctum*. Parmi nos 144 espèces, il y a 95 gastéropodes, 25 conchifères, 11 foraminifères, 9 polypiers, 2 annélides, 1 crinoïde et 1 échinoderme. Ces espèces sont donc réparties par classes à peu près comme dans les terrains éocènes des environs de Paris, tandis que les espèces des environs de Bayonne ont une répartition bien différente. Si maintenant nous considérons les couches des environs de Bayonne et de Dax, et celles de Bos d'Arros, comme déposées par les mêmes eaux, ce qui nous semble évident ; nous trouvons, en nous appuyant sur les déterminations de M. d'Archiac (2), que les espèces décrites par cet auteur, jointes aux nôtres, donnent, pour cette portion du terrain nummulitique qui occupe la partie nord-ouest des Pyrénées, un total de 427 espèces. Ces espèces sont ainsi réparties par classes suivant leur importance numérique ; 151 gastéropodes, 112 conchifères dont 61 monomyaires et 51 dimyaires, 78 polypiers, 39 échinodermes, 20 foraminifères, 11 annélides, 6 brachiopodes, 4 crustacés, 3 crinoïdes, 1 céphalopode, 1 cirrhipède, 1 stellé-

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, vol. V, page 204 ; 1848.
(2) *Mémoires de la Société géologique*, 2e série, vol. III, page 397.

ride. Il est donc facile de voir par ces chiffres que les polypiers, qui occupent le deuxième rang parmi les fossiles de Biaritz, occupent ici le troisième, et que les proportions d'espèces qui existent entre ces diverses classes sont à peu près celles des terrains éocènes. Mais les rapports les plus essentiels sont ceux qui existent entre les espèces d'un gisement et celles qui se trouvent sur d'autres points; ainsi les espèces particulières à Bos d'Arros sont au nombre de 81, et celles qui se rencontrent dans d'autres gisements sont au nombre de 63, dont 56 sont déjà connues; parmi ces 63 espèces, 38 se trouvent dans le terrain éocène des environs de Paris, 20 dans celui de Biaritz, 14 dans celui d'Angleterre, 9 dans celui des Corbières, 6 dans celui du Vicentin, etc. Dans notre première liste, nous avions 34 espèces se trouvant dans le terrain éocène des environs de Paris, et seulement 15 dans celui de Biaritz; nous annoncions que ce rapport finirait par changer après de nouvelles recherches, et l'on peut voir par les chiffres précédents que nous approchons déjà du résultat prévu. Sur les 427 espèces du bassin nummulitique citées précédemment, 108 se rencontrent dans d'autres bassins et s'y trouvent réparties de la manière suivante : 67 appartiennent au terrain éocène des environs de Paris, 22 à celui d'Angleterre, 20 à celui du Vicentin, 14 à celui des Corbières, 13 à celui de Belgique, et 7 à celui Valognes; 8 espèces environ ne se trouvent que dans les terrains miocènes ou pliocènes, et plusieurs autres, dont nous ne citons pas le gisement, se trouvent répandues sur l'ancien continent depuis le golfe de Gascogne jusqu'au Sinde. Nous devons ajouter que 4 espèces sont regardées comme des espèces crétacées; mais l'une d'elles est une térébratule et les trois autres sont des huîtres; or, l'on sait avec quelle difficulté il est possible d'apprécier les caractères spécifiques des huîtres et cette difficulté existe à un pareil degré pour le genre térébratule. Quant à nous, qui doutons de l'identité parfaite de ces 4 espèces avec celles du terrain crétacé, bien qu'il ne nous semble pas impossible qu'une espèce puisse passer d'une grande formation dans celle qui lui succède, nous nous fondons sur ce fait, que, jusqu'à ce jour, ce passage ne s'est pas encore montré pour les formations inférieures, et nous pensons qu'il faut demander au temps la précision que des observations rapides nous accordent rarement. L'étude des fossiles trouvés nouvellement dans le terrain nummulitique est venue jeter un jour tellement vif sur l'âge de ce terrain qu'elle a fait ouvrir les yeux à plusieurs géologues éminents (1) qui rangeaient le terrain nummulitique dans la formation crétacée; et ces géologues, par de nouvelles observations stratigraphiques, sont venus confirmer ce qu'avait établi M. Deshayes, en 1831, à savoir que les couches nummulitiques, considérées jusqu'alors comme crétacées, appartenaient au terrain tertiaire inférieur, et cela, seulement d'après l'inspection des fossiles. Il est donc démontré, par la solution de cette question qui a tant occupé les géologues, que la paléontologie faite sur

(1) *On the geological structure of the Alps, Carpathians, and Apennines; by Sir R. I. Murchison*, in-8° de 154 p., 1 carte (*Quarterly Journal of the geological Soc. of London*, vol. V, 1re part. — 1849.

un ensemble de fossiles bien caractérisés, sans préoccupation systématique, peut conduire à des faits rigoureux, tandis que la stratigraphie est souvent insuffisante pour établir les rapports d'âge qui existent entre des couches de bassins différents.

Si nous avons pu joindre les quelques faits qui précèdent, aux travaux de MM. Brongniart, Deshayes, d'Archiac, Dufrénoy, Murchison, d'Orbigny, Tallavignes, Pratt, Thorent, Delbos, Raulin, etc., c'est grâce à l'obligeance de plusieurs savants que nous prions d'accepter nos remercîments. Nous avons consulté les collections de MM. d'Archiac, Tallavignes, de Verneuil, pour les fossiles nummulitiques; celles de MM. Deshayes, Nyst, Hébert, pour les fossiles du nord de la France; celles du Muséum d'histoire naturelle et de l'école des Mines pour tous les fossiles tertiaires, et nous avons été assisté de M. Haime pour la connaissance de nos polypiers. Nous ne terminerons pas sans remercier en particulier M. d'Archiac, pour les communications qu'il nous a faites sur les fossiles du groupe nummulitique, et M. Deshayes, pour ses collections, ses livres et ses conseils qu'il a mis à notre disposition avec une bienveillance au-dessus de tout éloge. Les différences que l'on pourra remarquer entre la liste qui suit et celle publiée dans le *Bulletin*, proviennent, non seulement de nouvelles observations ou d'additions, mais encore de l'usage que nous avons pu faire de l'*Index paleontologicus*, de Bronn, qui nous a permis de changer des noms spécifiques qui faisaient double emploi. Nous eussions désiré donner plus de développement à cette introduction, bien que le même sujet ait été déjà fort bien traité par des hommes très compétents; mais la place nous manque, et il nous a été impossible d'ajouter à la description des espèces, les relations du gisement que les circonstances nous ont empêché d'aller étudier.

TABLEAU DES ESPÈCES.

I. POLYPIERS.

1. 1 *Caryophyllia truncata*, Michelin.
2. 1 *Turbinolia cupula*, Nob.
3. 2 — *Haimei*, Nob.
4. 3 — *perarmata*, Tallavignes.
5. 4 — *Lamarckii*, Nob.
6. 1 *Orbitolites submedia*, d'Arch.
7. 2 — *Fortisii*, d'Arch. Var. *A*. Nob.
8. 1 *Idmonea*, indét.
9. 1 *Eschara palensis*, Nob.

II. FORAMINIFÈRES.

10. 1 *Nummulina millecaput*, N. Boubée.
11. 2 — *lævigata?* Lamk.
12. 3 — *rotularia*, Desh.
13. 4 — *planulata*, Lamk.
14. 5 — *mamillata*, d'Arc. non Rutim.
15. 6 — *granulosa*, d'Arc. Var. *C*. d'Ar.
— — Var. *D*. Nob.
16. 7 — *lenticularis*, D. de Montfort.
17. 1 *Operculina Boissyi*, d'Arch.
18. 2 — *granulosa*, Leym.
19. 3 *Operculina ammonea*, Leym.
20. 1 *Nodosaria enneagona*, Nob.

III. CRINOIDES.

21. 1 *Bourgueticrinus Thorenti*, d'Arch.

IV. ÉCHINODERMES.

22. 1 *Cidaris subprionata*, Nob.

V. ANNÉLIDES.

23. 1 *Serpula spirulæa*, Lamk.
24. 2 — *subgranulosa*, Nob.

VI. CONCHIFÈRES DYMYAIRES.

25. 1 *Corbula Archiaci*, Nob.
26. 1 *Lucina*, indét.
27. 1 *Venericardia acuticostata*, Lamk.
28. 2 — *asperula*, Desh.
29. 1 *Cardium gratum*, Defr.
30. 2 — *semistriatum*, Desh.
31. 3 — indét.

32. 1 *Arca*, indét.
33. 1 *Trigonocœlia striata*, Nob.
34. 1 *Nucula submargaritacea*, Nob.
35. 2 — indét.
36. 1 *Chama calcarata*, Lamk.
37. 2 — *rusticula*, Desh.
— — Var. *A*. Nob.

VII. **CONCHIFÈRES MONOMYAIRES.**

38. 1 *Dymya Deshayesiana*, Nob.
39. 1 *Pinna pyrenaica*, Nob.
40. 1 *Lima bulloides*, Lamk.
41. 1 *Pecten*, indét.
42. 2 — —
43. 3 — —
44. 1 *Plicatula Beaumontiana*, Nob.
45. 1 *Spondylus palensis*, Nob.
46. 1 *Ostrea*, indét.
47. 2 — —
48. 3 — —

VIII. **BRACHIOPODES.**

49. 1 *Terebratula tenuistriata*, Leym.

IX. **GASTÉROPODES.**

50. 1 *Dentalium tenuistriatum*, Nob.
51. 2 — *Michelinii*, Nob.
52. 3 — *coarctatum*, Lamk. Var *A*. Desh.
53. 1 *Pileopsis cornucopiæ*, Lamk.
54. 1 *Bulla semistriata*, Desh. Var. *A*. Nob.
55. 1 *Niso terebellatus*, Lamk.
56. 1 *Ampullaria pygmæa*, Lamk.
57. 2 — indét.
58. 1 *Natica hybrida*, Desh.
59. 2 — *labellata*, Lamk.
60. 3 — *Baylei*, Nob.
61. 4 — *glaucinoides* ? Desh.
62. 1 *Vermetus ? hexagonus*, Nob.
63. 2 — ? *squamosus*, Nob.
64. 1 *Solarium plicatum*, Lamk.
65. — *Pomeli*, Nob.
66. — *plano-concavum*, Nob.
67. 1 *Turritella carinifera*, Desh. Var. *A*. Nob.
— — Var. *B*. Nob.
68. 2 — *conoidea* ? Sow.
69. 3 — *Duvalii*, Nob.
70. 4 — *uniangularis*, Lamk. Var. *A*. Nob.
71. 5 — indét.
72. 6 — indét.
73. 1 *Cerithium Lejeunii*, Nob.
74. 2 — *Verneuillii*, Nob.
75. 3 — *palense*, Nob.
76. 4 — *Prattii*, Nob.
77. 5 — *subfragile*, Nob.
78. 6 — *conjunctum* ? Desh.
79. 7 — *inversum*, Lamk.
80. 8 — indét.
81. 1 *Triforis biplicatus*, Nob.
82. 2 — *conoidalis*, Nob.
83. 1 *Pleurotoma clavicularis*, Lamk.
— — Var. *B*. Desh.
84. 2 — *marginata*, Lamk. Var. *B*. Nob.
85. 3 — *palensis*, Nob.
86. 4 — *bifasciata*, Sow. Var. *A*. Nob.
87. 5 *Pleurotoma Tallavignesii*, Nob.
— — Var. *A*. Nob.
88. 6 — *Archiaci*, Nob.
— — Var. *A*. Nob.
89. 7 — *Heberti*, Nob.
90. 8 — *denticula*, de Bast. Var. *C*. Nob.
— — Var. *D*. Nob.
91. 9 — *subcarinata*, Nob.
92. 10 — *dentata*, Lamk.
— — Var. *C*. Nob.
93. 11 — *Angeloti*, Nob.
94. 12 — *Lehonii*, Nob.
95. 13 — *Pillæ*, Nob.
96. 14 — *Ferrandi*, Nob.
97. 15 — *Omalii*, Nob.
98. 16 — *subvaricosa*, Nob.
99. 17 — *Gravesii*, Nob.
100. 1 *Cordieria pyrenaica*, Nob.
101. 2 — *biaritzana*, Nob.
102. 3 — *iberica*, Nob.
103. 1 *Turbinella ? pyrenaica*, Nob.
104. 1 *Cancellaria evulsa*, Sow. Var. *B*. Nob.
105. 1 *Fusus maximus*, Desh.
106. 2 — *longævus*, Lamk. Var. *A*. Desh.
— — Var. *C* ? Desh.
107. 3 — *rugosus*, Lamk. Var. *C*. Nob.
108. 4 — *subpentagonus*, Nob.
109. 5 — *Davidsoni*, Nob.
110. 6 — *aciculatus*, Lamk.
111. 7 — *intortus*, Lamk. Var. *F*. Nob.
112. 8 — *ovatus*, Nob.
113. 9 — *Millardi*, Nob.
114. 1 *Columbella submarginata*, Nob.
115. 2 — *cincta*, Nob.
116. 1 *Murex trigonus*, Nob.
117. 2 — *septemcostatus*, Nob.
118. 3 — *Geoffroyi*, Nob.
119. 4 — *spinulosus*, Desh. Var. *A*. Nob.
— — Var. *B*. Nob.
120. 5 — *Nysti*, Nob.
121. 6 — *fistulosus*, Brocchi.
122. 1 *Triton nodularium*, Lamk.
— — Var. *A*. Nob.
123. 2 — *turriculatum* ? Desh.
124. 3 — *spinosum*, Nob.
125. 4 — *Delafossei*, Nob.
126. 1 *Rostellaria maxima*, Nob.
127. 2 — *Lejeunii*, Nob.
128. 3 — *Hupei*, Nob.
129. 4 — *spirata*, Nob.
130. 5 — *fissurella*, Lamk. Var. *rimosa*. Sow.
131. 1 *Mitra cincta*, Nob.
132. 2 — *Thorenti*, Nob.
133. 3 — *Delbosii*, Nob.
134. 4 — *fusellina*, Lamk.
135. 5 — *Agassizii*, Nob.
136. 1 *Voluta Prevosti*, Nob.
137. 2 — *ambigua*, Lamk. Var. *A*. Nob.
— — Var. *B*. Nob.
138. 3 — *Deshayesiana*, Nob.
— — Var. *A*. Nob.
— — Var. *B*. Nob.
139. 1 *Cypræa Koninckii*, Nob.
140. 1 *Ancillaria conica*, Nob.
141. 2 — *spissa*, Nob.
142. 3 — *nana*, Nob.
143. 1 *Conus Rouaulti*, d'Arch.
144. 2 — indét.

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

I. POLYPIERS.

1. CARYOPHYLLIA TRUNCATA. Michelin, pl. XIV, fig. 1, *a*.

Anthophyllum truncatum, Goldfuss, *Petref.*, pl. XIII, fig. 9. — *Caryophyllia truncata.* Mich., *Icon. zoophyt.*, p. 154, pl. XLIII, fig. 9. — *Monomyces truncatum.* Ehrenberg. — *Circophyllia truncata.* M. Edw. et Haime. *Ann. des Sciences nat.; Zoolog.*, vol. XI, p. 238, et vol. X, pl. VIII, fig. 3.

Localités : Bos d'Arros ; Auvers, Valmondois ; Hauteville (Manche).

Cette espèce est celle qui se trouve indiquée, *Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 204, sous le nom de *Turbinolia Edwardsii.* Nous n'avions vu que des individus roulés de la *C. truncata*, ainsi que de mauvaises figures ; aussi, avions-nous eu sous les yeux un polypier de Hauteville bien conservé, que nous avions rapporté à notre espèce sans songer à la *C. truncata.* Plus tard, M. Haime et moi, en rapprochant de nos individus ceux de Hauteville et d'Auvers que M. Michelin avait eu l'obligeance de nous communiquer, nous avons pu nous convaincre de leur identité parfaite. L'échantillon que nous avons fait figurer présente des sillons granuleux qui couvrent toute la surface extérieure ; ces sillons vont la plupart du calice à la base.

2. TURBINOLIA CUPULA. Nob., pl. XIV, fig. 2, *a*, *b*, *c*. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 204.)

T. cylindrica aut coniformis et basi leviter revoluta ; calice concavo ; duo et triginta lamellis superficie striis granulosis obliquis munitâ ; octo lamellis majoribus ; centro papilloso ; quot lamellis tot striis exterioribus ; striis exterioribus granulosis usque ad basim partìm pervenientibus.

Localités : Bos d'Arros ; Lacken, près de Bruxelles.

Cette turbinolie, qui est cylindracée, varie quelquefois dans ses dimensions ; sa longueur et son diamètre sont quelquefois égaux ; dans d'autres individus, c'est l'un ou l'autre qui est plus grand ; lorsqu'elle est courte, elle est presque cylindrique ; lorsqu'elle est plus allongée, elle devient coniforme et se recourbe légèrement à sa base, surtout si elle est libre, ce qui se rencontre très rarement. Cette espèce est pourvue de trente-deux lamelles, dont huit sont plus grandes. Ces lamelles se réunissent à un centre papilleux ; entre ces lamelles et le centre, il y a de petites lamelles que MM. Milne Edwards et Haime ont nommées *palis.* Des coupes longitudinales nous ont seulement fait voir que la surface des lamelles est garnie de stries granuleuses parallèles à la surface du calice (fig. 2 *b*). Il faut cependant dire que les stries du bord interne sont plus espacées et un peu différentes de celles qui vont aboutir à la surface extérieure ; ce sont celles qui correspondent aux palis. La partie extérieure de ce polypier présente des stries granuleuses longitudinales qui partent des lamelles ; ces stries disparaissent promptement dans les individus de petite taille, tandis qu'elles se prolongent davantage dans les individus d'une taille supérieure. Nous possédons des individus adhérents à un murex, à une turritelle, à des nummulines et à une orbitolite. Par sa forme extérieure, cette turbinolie se rapproche plus de celle que MM. Milne Edwards et Haime ont nommée *Paracyathus turonensis* que de toute autre, et ces savants la placent dans leur genre Trochocyathe. Nous devons l'indication de la seconde localité à M. Haime, qui a reconnu la *T. cupula* dans la collection de M. Nyst.

3. TURBINOLIA HAIMEI. Nob., pl. XIV, fig. 3, *a.* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V., p. 204.)

T. turbinata, lata, elliptica, basi compressa; lamellis numerosis, quatuor et viginti lamellis lævigatis, majoribus minoribusque alternis; lamellis minimis vel nullis inter alteras; quot lamellis tot costis; costis longitudine inæqualibus; superficie granulosâ.

Localité : Bos d'Arros.

Le seul individu de cette turbinolie que nous possédions est brisé à la partie supérieure ; cependant nous pouvons dire que sa forme est elliptique et sa hauteur à peu près égale à sa largeur. Les lamelles, assez nombreuses, viennent se réunir vers le centre, qui paraît évidé ; elles sont lisses sur toute leur surface ; il y en a douze assez fortes et douze plus faibles ; en outre, la plupart des intervalles qui existent entre ces lamelles sont munis d'une lamelle encore plus petite. La régularité de ces lamelles n'est pas aussi grande que semble l'indiquer la figure 3 *a.* La partie extérieure de ce polypier est granuleuse ; elle est garnie de côtes minces qui correspondent aux lamelles les plus fortes et se prolongent presque toutes jusqu'à la base. Entre ces côtes, on en voit d'autres plus petites qui correspondent aux autres lamelles. La base est comprimée comme cela se remarque dans les individus non adhérents de la *Turbinolia cupula*, en même temps qu'elle se contourne comme dans la *Turbinolia plicata.* C'est avec la *Turbinolia raricosta* que cette espèce a le plus de ressemblance, bien qu'il soit très facile de l'en distinguer. Nous nous faisons un devoir de dédier cette espèce à M. Haime, collaborateur de M. Milne Edwards. Ces savants placent notre Turbinolie dans leur genre Trochocyathe.

4. TURBINOLIA PERARMATA. Tallavignes, pl. XIV, fig. 4, *a, b* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

T. orbicularis, depressa, præsertim ad marginem extùs granulosa, ad basim sex spinis prominentibus solidisque munita, basi subplana; calice plano, centro papilloso; sex et triginta lamellis superficie granulosâ, sex majoribus.

Localités : Bos d'Arros ; Fabresan (Aude).

Ce joli polypier vient former, avec la *Turbinolia armata*, Michelotti, un petit groupe d'un facies tout particulier, dont les caractères sont cependant ceux des Turbinolides. Il ne serait donc pas impossible qu'on trouvât plus tard des espèces d'une forme analogue, ayant moins de cinq ou plus de six épines.

Cette Turbinolie, qui a été nommée par M. Tallavignes dans sa collection, appartient au genre Trochocyathe de MM. Milne Edwards et Haime. Elle est orbiculaire, déprimée ; sa partie extérieure est munie de six épines, dont la réunion au centre de la face inférieure est très peu sensible et forme une surface presque plane ; elle est pourvue latéralement de sillons granuleux qui correspondent aux lamelles ; trois d'entre eux passent entre les épines en devenant moins granuleux, et vont disparaître avant d'atteindre le centre de la partie inférieure. La partie supérieure ou calice est formée de trente-six lamelles à surface granuleuse, qui vont se réunir à un centre papilleux. Les lamelles qui correspondent aux épines sont plus fortes que les autres ; mais nous ne pouvons dire si elles sont plus élevées, attendu que le seul échantillon que nous possédions n'est pas parfaitement conservé.

5. TURBINOLIA LAMARCKII. Nob., pl. XIV, fig. 5, *a* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

T. elongato-cylindrica, curvata, viginti et quatuor granulosis lamellis et totidem striis externis ; centro papilloso ; striis a calice ad basim pervenientibus.

Localité : Bos d'Arros.

Cette Turbinolie appartient au genre *Balanophyllia* de MM. Milne Edwards et Haime. Elle est cylindrique, courbe, et sa longueur égale presque trois fois son diamètre ; son calice est peu pro-

fond; ses lamelles, qui sont granuleuses sur toute leur surface, sont au nombre de vingt-quatre, et se réunissent à un centre papilleux; elles sont toutes de même taille; la surface extérieure est pourvue de stries également granuleuses qui correspondent aux lamelles et vont se prolonger jusqu'à la base. Nous n'avons qu'un seul individu de cette espèce qui se rapproche beaucoup par son facies de la *Turbinolia cylindrica* de Michelotti.

6. ORBITOLITES SUBMEDIA. D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ sér., vol. II, 1ʳᵉ partie, p. 194, pl. VI, fig. 6 et 6 *a*, et vol. III, 2ᵉ partie, p. 406.

O. Prattii, Michelin. *Iconographie zoophytologique*, p. 278, pl. LXIII, fig. 14, *a*, *b*.
Localités : Bos d'Arros, Biaritz.

Nos plus grands individus ont une longueur de dix millimètres, et le mamelon du centre une largeur de deux millimètres et demi.

7. ORBITOLITES FORTISII. D'Arch. Var. *A*. Nob., pl. XIV, fig. 6, *a*.

O. Fortisii. D'Arch., *Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 404, pl. VIII, fig. 10, *a*, 11 *a*, 12 *a*.
Var. A ; *minor*, *tenuissima*.
Localités : Bos d'Arros, Biaritz.

Nos individus appartiennent tous à une petite variété de cette espèce, puisque leur diamètre n'a pas plus de six millimètres; ils sont très minces, et le mamelon central, quoique fort petit, est assez saillant; les granulations de la surface sont aussi très petites et très visibles. Ce n'est qu'en délayant la marne sableuse de Bos d'Arros que nous avons pu nous procurer des échantillons de cette variété, qui est d'une fragilité extrême.

8. IDMONEA, indét.

Les Idmonées que nous avons sont d'une si petite taille et si mal conservées, qu'il nous est impossible d'en donner une description exacte et une figure satisfaisante. Elles appartiennent néanmoins à une seule espèce, qui paraît nouvelle.

9. ESCHARA PALENSIS. Nob., pl. XIV, fig. 7, *a*.

E. incrustans, *explanata*, *simplex; cellulis elongatis*, *ovatis*, *in parte superiore inflatis*, *supernè perforatis*, *quincuncialibus; ostiolis circularibus*.
Localité : Bos d'Arros.

Les cellules de cette espèce sont très voisines de celles du *Guettardia Thiolati* d'Archiac, ainsi que d'autres eschares. Il devient très difficile de distinguer toutes ces espèces entre elles, et cependant il est évident que ce sont des descriptions très caractéristiques qui manquent plutôt que les caractères spécifiques. L'*E. palensis* est adhérente; ses cellules sont disposées en quinconce; lorsqu'elles sont bien conservées, elles sont renflées à la partie supérieure, qui possède un orifice circulaire; lorsqu'elles sont usées, ce qui est plus fréquent, elles se présentent sous forme de cavités ovales bordées d'un petit bourrelet, ainsi que le représente très bien la fig. 7 *a* de la pl. XIV. Nos individus adhèrent à la *Serpula subgranulosa*.

II. FORAMINIFÈRES.

Nous eussions essayé de faire une monographie des Nummulines, si MM. Joly et Leymerie n'avaient annoncé l'intention d'en publier une. M. Rutimeyer, qui paraît s'être aussi occupé du même genre,

vient de créer plusieurs espèces nouvelles; il faut donc attendre, pour avoir une idée plus précise de ce genre si intéressant et si difficile à étudier, que tous les travaux qui se préparent en ce moment soient achevés et que nous puissions avoir sous les yeux des spécimens de toutes les espèces décrites. Pour le moment, nous nous contentons de citer les espèces du terrain de Bos d'Arros, qui toutes ont été figurées, et nous regrettons de n'avoir pu entreprendre un travail général pour donner plus d'assurance à nos déterminations.

10. Nummulina millecaput. Nérée Boubée, pl. XIV, fig. 8, *a*.

Nummulites millecaput. N. Boubée. *Bulletin des nouveaux gisements de France*, 1re livr. p. 4. — 1834. — *Nummulites distans, polygyratus, irregularis.* Desh., *Mém. de la Soc. géol.*, vol. III, p. 67 et 68, pl. V.
Localités : Bos d'Arros ; environs de Dax; Vicentin ; Crimée ; Égypte.

M. Deshayes, dans sa *Description des fossiles de la Crimée*, dit avec juste raison que la *N. polygyratus* pourrait bien n'être qu'une variété plus plate de la *N. millecaput.* Nous avons comparé des échantillons de l'une et de l'autre espèce, et il nous a été impossible d'y trouver des différences spécifiques. M. de Verneuil a bien voulu nous montrer plusieurs échantillons des Nummulines de Crimée, et nous avons trouvé tous deux une telle ressemblance entre toutes les grandes Nummulines de cette contrée, qu'il nous a paru difficile d'en faire plusieurs espèces. La figure de la *N. millecaput* donnée par MM. Joly et Leymerie dans leur Mémoire sur les Nummulites (*Mém. de l'Acad. des sciences, inscript. et belles-lettres de Toulouse*, 1848), se rapporte plutôt à la figure du *N. polygyratus* donnée par M. Deshayes, tandis que nos individus se rapprochent plutôt de la figure de la *N. distans* donnée par le même auteur ; c'est pourquoi nous avons fait représenter aussi la même espèce de Bos d'Arros. Quant à la *N. irregularis*, nous la considérons comme un accident ; d'ailleurs, M. Deshayes n'en a connu qu'un seul individu ; et l'on peut d'autant mieux admettre cette opinion, qu'il nous a été facile d'acquérir la conviction que, dans une même espèce, le nombre et la disposition des tours peuvent subir des variations assez sensibles. Aussi n'est-ce que d'après l'ensemble des caractères observés sur plusieurs individus qu'il est à peu près possible de déterminer les espèces du genre Nummuline qui sera pendant longtemps encore mal connu. L'individu figuré, dont le diamètre est de dix-neuf millimètres, présente dix tours de spire.

11. Nummulina lævigata? Lamk.

Nummulites lævigata. Lamk. *Animaux sans vert.* Vol. VII, p. 329.
Localités : Bos d'Arros, Biaritz ; environs de Paris ; Vicentin ; Bavière ; Asie mineure.

Nous ne possédons qu'une seule nummuline que nous puissions rapporter avec doute à la *N. lævigata;* mais si elle était parfaitement conservée, il serait possible que nous lui trouvassions plus de ressemblance avec la *N. rotularia.* MM. Joly et Leymerie, dans leur Mémoire sur les Nummulites (*Mém. de l'Acad. des sc.*, etc., *de Toulouse*, 1848), ont figuré des espèces qu'ils considèrent comme nouvelles, mais ils n'en ont pas donné les descriptions, et comme nous n'en connaissons pas les échantillons, nous n'osons pas dire que l'une d'elles se rapporte à la *N. lævigata*, bien que cela nous paraisse probable.

12. Nummulina rotularia. Desh.

Nummulites lenticularis. N. Boubée. *Bulletin des nouveaux gisements de France*, 1re livraison, p. 6.—1834. *N. rotularius.* Desh., *Mémoires de la Soc. géol.*, 1re sér., tome III, p. 68

pl. 6, fig. 10, 11. — *N. globulus*, Leym., *Mém. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. I, p. 359, pl. XIII, fig. 14, *b*, *c*, *d*.
Localités : Bos d'Arros, Biaritz ; plateau de la Campe (Aude) ; Crimée.

Nous faisons encore ici des rapprochements qui pourront donner lieu à bien des récriminations ; mais ce n'est pas sans un examen consciencieux que nous osons présenter de pareilles opinions. Nous avons comparé les individus de la *N. rotularius*, Desh., avec ceux de la *N. globulus*, Leym., et il nous a été impossible d'y trouver des différences spécifiques. Ces deux espèces sont également lenticulaires, assez épaisses, quoique de petite dimension, ornées extérieurement de lignes sinueuses qui indiquent la marche des accroissements ; seulement ces lignes, qui sont très peu courbes dans les individus de la Crimée et d'autres des Corbières, sont au contraire plus sinueuses dans quelques échantillons de cette dernière localité. Nos plus grands individus ont 7 millimètres de diamètre sur 3 1/2 d'épaisseur. Nous rapportons également à cette espèce la *N. lenticularis*, que M. Boubée cite à Bastènes, et dont il indique seulement la forme et les dimensions. Nous eussions même pris ce nom de préférence à celui de M. Deshayes comme étant le plus ancien, si Fichtell et Moll ne l'avaient appliqué avant M. Boubée à des variétés d'une même espèce qui forment autant d'espèces qu'il y a de variétés, et si plus tard Denis de Montfort ne l'avait restreint en le donnant à son *Lycophris lenticularis*.

13. NUMMULINA PLANULATA, Lamk.

Lenticulites planulata, Lamk., *Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 619.
Localités : Bos d'Arros ; Cuise-la-Motte ; Stubbington (Angleterre).

Nos individus, peu nombreux, ont une telle ressemblance avec la *N. planulata* des sables glauconifères de Cuise-la-Motte, qu'il nous semble impossible de les en séparer ; nous avions eu d'abord moins d'échantillons, et les avions rapportés à la *N. variolaria ;* mais, plus tard, un examen plus attentif nous a fait revenir sur notre opinion première.

14. NUMMULINA MAMILLATA, d'Arch., *non* Rutimeyer (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. III, p. 417, pl. IX, fig. 18, *a*) ; var. *A*, Nob., pl. XIV, fig. 9, *a*.

Var. *A*. *Testâ lineolis flexuosis ornatâ.*
Localité : Bos d'Arros.

Nous rapportons, à titre de variété, à la *N. mamillata*, d'Arch., plusieurs individus qui en diffèrent un peu, mais dont il nous serait difficile de faire une espèce différente. Le type de la *N. mamillata* possède à son centre un mamelon assez régulier, quelquefois légèrement concave, qui se trouve entouré d'une gouttière, puis ensuite d'un bourrelet ; dans quelques individus, il peut y avoir des gouttières et des bourrelets, alternant entre eux au nombre de deux chacun. Notre variété possède aussi un mamelon ; mais il est irrégulier et jamais concave ; il se déroule sur lui-même, et pourrait faire croire que le développement de la coquille a lieu comme dans les Assilines, tandis qu'il indique seulement que les tours de spire sont peu nombreux. De plus, la surface présente des lignes sinueuses qui correspondent aux cloisons, comme dans les *N. biaritzana* et *rotularia*. — Diamètre, 11 millim. ; épaisseur, 3 millim.

15. NUMMULINA GRANULOSA, d'Arch. (var. *D*, Nob., pl. XIV, fig. 10, *a*).

(*N. granulosa*, d'Arch., *Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. III, p. 415, pl. IX, fig. 21. — *Nummularia exponens ?* J. de C. et Sow., *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V., pl. 61, fig. 14, *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ; 1840).

Var. *C.* Localités : Bos d'Arros, Biaritz ; vallées de la Billsa et de la Cinca (Espagne) ; province du Sinde.

Var. *D. Superficie lævigatâ et nitidâ.*

Localité : Bos d'Arros.

Nous croyons, avec M. d'Archiac, que la *N. granulosa* est la même Nummuline que celle du Sinde, décrite sous le nom de *Nummularia exponens ;* mais nous lui avons conservé le nom de M. d'Archiac, non seulement par doute, mais aussi pour mettre quelque accord entre les espèces qui sont communes à Biaritz et à Bos d'Arros. Nous devons croire aussi que c'est cette même espèce que M. Rutimeyer a nommée plus récemment *N. mamillata* (*Arch. de la Bibl. univ. de Genève*, nov. 1848). Notre variété *D* est lisse et brillante ; elle présente seulement des lignes d'une autre couleur que le reste de la coquille. Nous avons aussi la var. *C*, qui est la Nummuline la plus abondante à Bos d'Arros. Cette espèce n'a pas été figurée par Fichtell et Moll, comme le pense M. d'Archiac.

16. NUMMULINA LENTICULARIS, Montfort, *non* Boubée, pl. XIV, fig. 11, *a*, *b*.

(*Nautilus lenticularis*, Ficht. et Moll, *Testac. microsc.*, p. 56, tab. VII, fig. *a*, *b*. — *Lycophris lenticularis*, Denis de Montf., *Conchyl. system.*, p. 159, pl. CLVIII. — Bronn., *Lethæa geognostica*, tab. XXVII, fig. 22.)

Localités : Bos d'Arros ; Transylvanie ?

Nous n'avons qu'un seul individu qui nous paraisse devoir appartenir à cette espèce, dont les caractères sont assez saillants ; nous l'avons fait représenter afin de faire voir que les granulations de la surface se rapportent aux stries d'accroissement qu'une usure naturelle a fait apparaître sur l'une des faces. Fichtell et Moll sont les premiers auteurs qui aient figuré cette espèce à titre de variété du *Nautilus lenticularis*, et c'est plus tard que Denis de Montfort en a séparé cette variété pour créer un genre et limiter l'espèce. On a donné le nom de *lenticularis* à tant de variétés de Nummulines, que nous avons pris le parti de l'appliquer à l'espèce qu'indique Denis de Montfort. C'est à tort que M. d'Archiac a cité la figure de Fichtell et Moll (*Testac. microsc.*, tab. VII, fig. *a*, *b*), comme paraissant être celle de la *N. granulosa*, et nous le prions d'accepter cette rectification ; cette figure est la même que celle donnée par Denis de Montfort, pl. CLVIII.

17. OPERCULINA BOISSYI, d'Arch. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. III, pl. IX, fig. 26).

Localités : Bos d'Arros, Biaritz.

Nous devons la connaissance de cette espèce à M. de Verneuil, qui a eu l'obligeance de nous la communiquer.

18. OPERCULINA GRANULOSA, Leym. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. I, pl. XIII, fig. 12 *a*, *b*, *c*).

Localités : Bos d'Arros, Biaritz ; les Corbières.

19. OPERCULINA AMMONEA, Leym. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. I, p. 359, pl. XIII, fig. 11, *a*, *b*).

Localités : Bos d'Arros ; les Corbières.

20. NODOSARIA ENNEAGONA, Nob., pl. XIV, fig. 12, *a*.

N. testâ rectâ, elongatâ, novem costis longitudinalibus instructâ ; pluribus quàm septem loculis subconvexis.

Localité : Bos d'Arros.

Le plus grand fragment de cette Nodosaire que nous ayons en notre possession a sept loges qui font voir que l'espèce, quand elle est entière, en possède davantage. Ces loges sont séparées entièrement les unes des autres par un léger étranglement ; leur hauteur est égale à leur diamètre, excepté pour la première loge qui se termine en pointe ; elles sont pourvues de neuf côtes

longitudinales qui donnent à la coupe transversale de cette coquille la forme d'un polygone de neuf côtés. Cette Nodosaire a quelques rapports avec certaines autres espèces du terrain miocène; mais elle s'en distingue par le nombre des côtes et aussi par la forme des loges.

III. CRINOIDES.

21. Bourgueticrinus Thorenti, d'Arch , pl. XIV, fig. 12, *a*, *b*, et 14, *a*, *b*.

(*Mém. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. II, p. 200, pl. V, fig. 20; 20, *a*, *b*; et vol. III, p. 418, pl. IX, fig. 27, *a*; 28, *a*; 29, *a*; 30, 31, 32, *a*.)

Localités : Bos d'Arros, Biaritz.

Cette espèce varie beaucoup dans sa forme; nous lui rapportons, ainsi que l'a fait M. d'Archiac, des corps de dimensions variables, mais d'une forme analogue, qui doivent provenir de la tige du *B. Thorenti.* Quoique M. d'Archiac ait déjà figuré cette espèce dans deux Mémoires, nous avons pensé qu'il ne serait pas inutile de donner les figures de nos échantillons, afin de faire voir la diversité des formes qui appartiennent ordinairement, pour une même espèce, aux fossiles de cette famille. Nous ferons cependant observer que toutes nos articulations de tiges ont une ouverture, qui paraît, à la face glénoïdale, comme formée de deux cylindres creux qui se réunissent sans confondre leur diamètre; de telle sorte que l'ouverture est plus longue dans le sens le plus étroit de cette face, ainsi que le représente la fig. 14, *a*. La fig. 14, *b*, est celle d'une articulation beaucoup plus petite, relativement plus étroite, et rétrécie dans le milieu de sa longueur.

IV. ÉCHINODERMES.

22. Cidaris subprionata, Nob., pl. XIV, fig. 15.

C. spinâ compressâ, subtilissimè striatâ, octo seriebus longitudinalibus tuberculorum instructâ; duobus seriebus à latere majoribus; tuberculis quincuncialibus.

Localité : Bos d'Arros.

Nous nommons ainsi une baguette de Cidaris qui est voisine de celle donnée sous le nom de *C. prionatus* dans le catalogue des Echinodermes, par MM. Agassiz et Desor, et figurée par M. d'Archiac dans les *Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. II, pl. VII, fig. 16. Cette baguette est pourvue de stries longitudinales très fines; elle est comprimée, et présente dans sa longueur huit rangs de tubercules disposés en quinconce, dont deux rangs forment arêtes. Le fragment que nous avons fait figurer n'a pas plus de 2 millim. de large à la base, sur une longueur de 18 millim.

V. ANNÉLIDES.

23. Serpula spirulæa, Lamk., *Anim. sans vert.*, vol. V, p. 366. — Goldf., *Petref*, pl. LXXI, fig. 8.

Localités : Bos d'Arros, Biaritz; Basses-Alpes, Alpes orientales; Vicentin.

Comme Lamarck a créé cette espèce sur des individus recueillis aux environs de Bayonne et de Montbart, nous pouvons être certain que l'espèce qui nous occupe en ce moment appartient à l'espèce-type de cet auteur. Elle varie beaucoup dans sa forme; la spire intérieure s'élève quelquefois à tel point, qu'elle fait ressembler cette serpule à une coquille trochiforme sénestre; mais il est impossible de séparer cette dernière variété du type, qui est discoïde, et dont la spire, fort peu saillante, est ordinairement brisée.

24. SERPULA SUBGRANULOSA, Nob., pl. XIV, fig. 16, *a, b.*

S. testâ tereti, solitariâ, rectâ aut flexuosâ, transversim striatâ; striis sæpissimè tuberculosis, tuberculis parvis seriebus longitudinalibus rectis aut subobliquis positis.
Localité : Bos d'Arros.

Cette serpule n'est pas entière, et les fragments que nous en possédons n'ont pas plus de 5 millim. de largeur ; elle est cylindrique, droite ou irrégulièrement courbe, et garnie de stries transverses qui sont granuleuses dans la plupart des fragments. Ces granulations, plus ou moins prononcées, sont disposées par séries longitudinales rectilignes, le plus souvent obliques et flexueuses. Nous avons fait dessiner plusieurs figures de cette espèce, afin de montrer toutes ces différences.

VI. CONCHIFÈRES DIMYAIRES.

25. CORBULA ARCHIACI, Nob., pl. XIV, fig. 17, *a.*

C. testâ ovato-transversâ; subgibbosâ; valvâ inferiore apice lævigatâ, basi sulcis profundis munitâ; dente cardinali minimo, fossulâ latâ triangulari; valvâ superiore.....
Localités : Bos d'Arros, Biaritz.

Nous ne connaissons que la valve inférieure de cette espèce; vue extérieurement, elle a des rapports avec la même valve de la *C. pisum* de l'argile de Londres; mais, lorsqu'elle est libre, on reconnaît qu'elle est plus mince et que sa charnière est bien moins épaisse et plus oblique. Cette charnière est pourvue d'une petite dent et d'une fossette assez large et triangulaire; sa surface extérieure est fortement sillonnée à sa partie inférieure, et ces sillons sont assez semblables à ceux de la *C. umbonella*, c'est-à-dire qu'ils sont simples à la partie postérieure, et qu'ils se bifurquent sur les deux autres tiers de la coquille. Nous nous faisons un plaisir de dédier cette espèce à l'infatigable auteur de l'*Histoire des progrès de la géologie.*

26. LUCINA, indét.

Nous ne possédons qu'un très jeune individu d'une Lucine qu'il nous est impossible de déterminer spécifiquement : nous ne faisons donc que mentionner le genre.

27. VENERICARDIA ACUTICOSTATA, Lamk., *Annal. du Mus.*, vol. VII, p. 57. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. I, p. 153, pl. XXV, fig. 7, 8.

Localités : Bos d'Arros; Grignon.

Notre coquille diffère seulement de l'espèce-type par sa lunule un peu plus enfoncée et ses côtes moins élevées.

28. VENERICARDIA ASPERULA, Desh. (var. *A*, Nob., pl. XIV, fig. 18, *a*, *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, pl. XXVI, fig. 3, 4).

Var. *A. Testâ costis squamisque crebris instructâ.*
Localité : Bos d'Arros.

Cette variété a le facies d'une *V. asperula*, dont les côtes seraient plus rapprochées les unes des autres, et les écailles très serrées.

29. **Cardium gratum**, Defr. (Deshayes, *Descript. des coquilles foss. des env. de Paris*, vol. I, p. 165, pl. XXVIII, fig. 3, 4, 5).

Localités : Bos d'Arros ; Parnes.

Détermination faite sur la surface extérieure d'une valve droite, et fondée seulement sur les lamelles situées au fond des sillons qui séparent les côtes. M. Deshayes a indiqué ce caractère comme suffisant pour distinguer le *C. gratum* du bassin de Paris des autres *Cardium* du même bassin, et nous ne connaissons pas d'autres espèces qui le possèdent.

30. **Cardium semistriatum**, Desh., *Descript. des coquilles foss. des env. de Paris*, vol. I, p. 174, pl. XXIX, fig. 9, 10.

Localités : Bos d'Arros ; Parnes.

Détermination faite sur la surface extérieure d'une valve droite, que sa fragilité nous a empêché de détacher de sa gangue, ainsi que l'espèce précédente. Sa longueur, qui est égale à sa largeur, est seulement de 12 millim.

31. **Cardium**, indét.

On pourrait enrichir ce genre d'une grande espèce, si nous en possédions plus que la charnière.

32. **Arca**, indét.

Nous ne possédons qu'un très petit individu de ce genre, et il nous est impossible de savoir si nous avons sous les yeux un jeune âge ou un âge adulte ; nous ne pouvons donc qu'en indiquer la présence.

33. **Trigonocœlia striata**, Nob., pl. XIV, fig. 19, *a*.
(*Pectunculus striatus*, Nob.—*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

T. testâ subovatâ, inæquilaterali, convexâ, sulcis transversis, punctatis et irregularibus extùs instructâ; umbonibus parvis; cardine rècto interrupto foveâ triangulari ligamenti ; decem dentibus, quinque longitudinalibus, quinque transversis; sulcis internis longitudinalibus et lateralibus.

Localités : Bos d'Arros, Biaritz.

Nous avons hésité avant d'adopter le genre *Trigonocœlia;* mais nous l'avons accepté ensuite, en nous fondant non seulement sur la fossette du ligament, mais encore sur les dents qui sont divisées, par cette fossette, en deux parties ayant ordinairement une allure différente l'une de l'autre. Bien avant que l'on fît ce nouveau genre, M. Deshayes avait indiqué cette subdivision comme possible, à l'article *P. granulatus* (*Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, 1824). La *T. striata* est une coquille subovale, inéquilatérale, convexe ; le côté le plus petit est anguleux à la partie supérieure, et l'autre y est arrondi. Les crochets sont peu saillants ; la charnière est droite et divisée en deux parties par une petite fossette triangulaire ; chacune d'elles a cinq dents ; celles qui sont sur le petit côté sont longitudinales ; les autres sont transverses. Les impressions musculaires sont situées sous la charnière, et celle qui se trouve sous les dents longitudinales est plus profonde que l'autre ; la partie interne contient aussi latéralement quelques sillons qui semblent partir du sommet de la coquille. La surface extérieure est garnie de sillons transverses inégalement distants et fortement ponctués.

34. **Nucula submargaritacea**, Nob., pl. XIV, fig. 20, *a*.

N. testâ ovato-trigonâ, anticè truncatâ, convexâ, dente cardinali plicato instructâ; cochleâ angustâ; dentibus serialibus, parvis, numerosis, compressis, bipartitis; margine tenuè crenato.

Localités : Bos d'Arros.

Cette Nucule a la forme et la taille de la *N. margaritacea*, mais ses crochets sont moins saillants. Les dents sériales s'y trouvent en même nombre, mais elles sont bifides dans toute leur longueur, et plus étroites ; celles qui sont près de la charnière sont plus grandes que celles de l'extrémité opposée. La valve droite un peu brisée, la seule que nous possédions, a une dent cardinale plissée accompagnée d'une fossette étroite qui lui est parallèle ; sa surface extérieure est striée comme dans la *N. margaritacea.*

35. NUCULA, indét.

Nous avons aussi une Nucule qui se rapproche par sa forme extérieure et les stries de la surface, de la *N. Galeotti ;* mais sa petitesse nous empêche de donner d'une manière satisfaisante les caractères de la charnière.

36. CHAMA CALCARATA, Lamk., *Anim. sans. vert.*, vol. VI, p. 98. —Desh., *Descript. des coquilles foss. des env. de Paris*, vol. I, p. 246, pl. XXXVIII, fig. 5, 6, 7.

Localités : Bos d'Arros ; Grignon.

37. CHAMA RUSTICULA, Desh. (var. *A*, Nob., pl. XIV, fig. 21).

(Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, pl. XXXVII, fig. 7, 8, et pl. XXXVIII, fig. 4. — *Chama squamosa*, Sow., *Mineral conchol.*, tab. 348.)

Localités : Bos d'Arros ; Monneville, près de Paris ; Barton, près de Londres.

Var. *A*. *Testâ lamellis supernè granulosis.*

Localité : Bos d'Arros.

Nous avons deux valves inférieures de Came dont la dent cardinale est brisée, mais dont l'aspect rappelle celui de la *C. rusticula*. L'une d'elles a ses lamelles longitudinales pourvues de plis parfaitement intacts et dégagés du reste de la coquille. L'autre, dont nous faisons une var. *A*, a ses lamelles longitudinales garnies à leur partie supérieure de stries tranverses fines qui les rendent granuleuses. Toutes deux ont leur surface interne parsemée de petits pores très rapprochés les uns des autres, et seulement visibles à la loupe. En comparant des individus de la *C. rusticula*, Desh., de Monneville, et de la *C. squamosa*, Sow., de l'argile de Londres, nousavons pensé que ces deux espèces n'en devaient former qu'une seule. Elles ont la même forme, les mêmes lamelles, la même charnière, la dent cardinale inférieure sillonnée, et la rainure du ligament qui tourne en spirale. Il est donc impossible de trouver plus d'identité entre deux coquilles bivalves.

Genre DIMYA, Nob.

Testa adhærens, inæquilateralis, inæquivalvis, inauriculata. Cardo edentulus ; foveola in cardinis interno margine excipiens ligamentum. Duus impressiones musculares. Margo pallii plicatæ.

Ce genre est très remarquable en ce qu'il vient établir des affinités entre deux groupes qui jusqu'à ce jour pouvaient se diviser d'après le seul caractère des impressions musculaires. Sowerby avait placé le *Cardium aviculare* parmi les Tridacnes, parce qu'il ne considérait que la charnière, et nous eussions, au contraire, placé le genre *Dimya* parmi les Dimyaires, si nous n'avions tenu compte que des impressions musculaires ; mais ensuite, en observant avec attention les autres caractères, et sur les observations de M. Deshayes, nous avons pensé qu'il était en effet plus convenable de considérer ce genre comme une anomalie des Monomyaires. Il possède en effet un caractère qui est particulier à ce groupe, celui d'avoir le ligament interne ; ensuite son impression palléale plissée est propre au genre Plicatule. Nous plaçons donc ce genre momentanément dans le groupe des Monomyaires, en laissant à d'autres auteurs le soin de traiter cette question plus à fond, et nous l'avons nommée *Dimya*, afin de rappeler le caractère d'anomalie qu'il présente. Cette coquille paraît adhérente ; elle est inéqui-

valve, inauriculée. La charnière est dépourvue de dents et n'a qu'une petite fossette placée sur le bord interne de sa partie médiane pour recevoir le ligament; elle a deux impressions musculaires, et l'impression palléale est plissée dans tout son pourtour.

38. DIMYA DESHAYESIANA, Nob., pl. XV, fig. 3, *a*, *b*.

D. testâ irregulari ovato-transversâ, striis subtilibus et flammulæformibus extùs instructâ.
Localité : Bos d'Arros.

La seule espèce de ce genre que nous connaissions est garnie sur toute sa surface extérieure de stries très fines, disposées comme des flammules. Les deux impressions musculaires, qui ne dépassent pas la moitié supérieure de la coquille, sont plus longues que larges; sur la valve inférieure, l'impression musculaire du côté gauche est plus étroite que l'autre; sur la valve supérieure, c'est donc le contraire. L'autre impression est divisée en deux parties par un pli transversal. L'impression palléale est plissée dans tout son pourtour; les plis qui vont du sommet de la coquille jusque vers la base des impressions musculaires sont très petits et très serrés. La fossette du ligament paraît creusée dans le bord interne et médian de la charnière, qui est aplatie et sans dents. Cette coquille est peu épaisse; elle est oblique et plus large transversalement; sa valve inférieure, qui est plus grande que la supérieure, est dilatée par le développement du manteau de l'animal; cette dilatation est surtout plus sensible vers le sommet, où la charnière devient presque rectiligne. La partie intérieure est de deux couleurs, blanche au centre, colorée sur le pourtour : c'est dans le pourtour que sont placés les plus petits plis de l'impression palléale.
Hauteur, 15 millim.; largeur, 15 millim.

39. PINNA PYRENAICA, Nob., pl. XV, fig. 4 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

P. testâ magnâ, elongatâ, cuneiformi, trigonâ, ad quatuordecim sulcos regulares squamosos instructâ; squamis brevibus, per serias transversas undatasque ordinatis.
Localité : Bos d'Arros.

Nous ne possédons que les moules intérieurs et extérieurs de cette espèce; encore ne sont-ils pas complets. Le moule extérieur présente environ quatorze plis réguliers, qui deviennent squameux à quelque distance du sommet; ces écailles sont minces, courtes et disposées par séries transverses ondulées; le moule intérieur représente seulement l'impression musculaire. Comme ces impressions sont ordinairement bifides dans la partie médiane, il en résulte que la coquille se brise souvent à cet endroit après la mort de l'animal, et qu'elle ressemble alors à une coquille quadrivalve dont la partie inférieure de chaque valve serait arrondie : c'est ce que représente fort bien notre moule intérieur.

40. LIMA BULLOIDES, Lamk., *Ann. du Mus. d'hist. nat. de Paris*, vol. 8, p. 463. — Deshayes, *Descript. des coquilles foss. des env. de Paris*, vol. I, p. 299, pl. XLIII, fig. 12, 13, 14.

Localités : Bos d'Arros; Grignon.

Nous avions aussi indiqué, dans le *Bulletin de la Société géologique*, une *Lima lateralis*, Nob., mais nous n'avons pas retrouvé l'échantillon qui nous avait servi à établir l'espèce.

41, 42, 43. PECTEN.

Nous ne possédons que des valves brisées de ce genre. Parmi ces valves, nous pouvons distinguer trois espèces qu'il nous est impossible de déterminer d'une manière satisfaisante; l'une d'elles est voisine du *P. imbricatus*, et une autre du *P. multistriatus*.

44. **Plicatula Beaumontiana**, Nob., pl. XV, fig. 1, *a*, *b*, *c*. *d*.

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

P. testâ ovatâ, depressissimâ, transversim striato-squamosâ, costis longitudinalibus extùs instructâ; apicibus productis subæqualibus; impressione musculari submediâ; dentibus cardinalibus striatis paululùm divaricatis; foveolâ ligamenti tubulosâ; margine pallii plicis distantibus ornato.

Localité : Bos d'Arros.

Cette Plicatule est ovale, très déprimée; elle possède des côtes longitudinales et des stries transverses très fines qui se relèvent sur ces côtes en petites écailles quelquefois tubiformes. Les deux valves sont égales et peu épaisses; leur sommet est un peu prolongé. La charnière est petite; les dents cardinales sont étroites et peu divergentes; elles sont séparées par une fossette petite et peu profonde qui sert au ligament. Les dents de la valve inférieure sont plissées sur leur face externe, et celle de la valve supérieure le sont sur la face interne. L'impression musculaire est arrondie et latérale. La surface intérieure de chaque valve est ornée de plis sur tout son pourtour; ces plis sont fins, égaux, distants les uns des autres, et ils se terminent à quelque distance du bord. Les plus grands individus ont une longueur de 15 millim. sur une largeur de 13 millim.

45. **Spondylus palensis**, Nob., pl. XV, fig. 2, *a*, *b*, *c*, *d*.

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

S. testâ subovatâ, breviauritâ, costis longitudinalibus numerosissimis; valvâ inferiore gibbosâ, costis simplicibus, regularibus, æqualibus, striatis, à latere spinosis; valvâ superiore subgibbosâ, costis margine squamosis, irregulariter spinosis.

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille est un peu gibbeuse et de forme ovale; elle a des oreillettes très petites, et chaque valve possède environ vingt-sept côtes longitudinales égales entre elles, et ornées de stries d'accroissement fines et serrées.

La valve inférieure se termine par un talon triangulaire séparé en deux parties égales par le sillon du ligament, et dont la hauteur est à la largeur comme 2 est à 7; ce talon est pourvu de stries longitudinales obsolètes qui se prolongent jusque sur la charnière; les dents cardinales de cette valve sont petites et de même grosseur que celles de la valve opposée, et les côtes latérales portent quelques épines. La valve supérieure a sa charnière qui possède aussi des stries fines et courtes; ses côtes sont garnies chacune de petites écailles qui correspondent aux stries d'accroissement. Dans cette espèce, l'impression musculaire est située dans la moitié de la coquille qui comprend la charnière; toute la surface intérieure est recouverte d'un émail blanchâtre, excepté sur la moitié du bord, qui est festonné et de couleur plus foncée. Les plus grands individus ont 22 millim. de long et 21 de large.

46, 47, 48. **Ostrea**, indét., pl. XIV, fig. 22, 23, 25.

Les valves de ce genre que nous possédons, quoique assez bien conservées, ne suffisent pas pour déterminer une espèce d'un genre où toutes les espèces se distinguent si difficilement. Plus tard, si l'on trouve plus d'échantillons et des valves opposées, il sera possible de déterminer plus exactement les trois espèces que nous avons fait figurer. Les surfaces extérieures, qui n'ont pas été dessinées, présentent seulement des stries d'accroissement.

49. TEREBRATULA TENUISTRIATA, Leym., *Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. I, pl. XV, fig. 11 et (*T. Defrancii*) fig. 12. — D'Arch., *id.*, vol. II, pl. VII, fig. 14, *a*, *b*, et vol. III, p. 442.

Localités : Bos d'Arros, Biaritz ; Corbières.

Parmi nos Térébratules, nous avons trouvé que les unes se rapportaient à la *T. tenuistriata*, Leym., dont M. Tallavignes a eu l'obligeance de nous donner des échantillons, et que les autres devaient être celle que M. Leymerie a désignée, avec doute, sous le nom de *T. Defrancii*, et qui n'est pas la *T. Defrancii* de M. Brongniart, comme l'a fait voir avec soin M. d'Archiac. Nous croyons, comme M. d'Archiac, que ces deux Térébratules ne font qu'une même espèce ; seulement nous eussions préféré que cet auteur prît pour type la Térébratule nommée *T. tenuistriata*, par M. Leymerie, afin d'éviter toute confusion entre les variétés de cette espèce. Nos comparaisons nous ont amené à remarquer que nos individus, ainsi que ceux des Corbières, ont leurs stries granuleuses, et que M. Leymerie ne parle pas de ces granulations, bien qu'il les ait fait figurer.

MOLLUSQUES.

50. DENTALIUM TENUISTRIATUM, Nob., pl. XV, fig. 5.

D. testâ cylindricâ vix arcuatâ, longitudinaliter tenuistriatâ ; striis irregularibus, crebris.

Localité : Bos d'Arros.

Comme il est presque impossible de déterminer d'une manière précise les espèces de ce genre lorsqu'elles ne sont pas complètes, nous nous serions abstenu de tout jugement sur des échantillons dont les extrémités manquent, et qui sont ornés de stries fines longitudinales dont quelques unes sont un peu plus fortes que les autres, si nous n'avions cru utile de nommer une coquille que l'on ne trouvera peut-être jamais entière, et qui peut cependant se rencontrer dans plusieurs localités de la même région géologique. Cette dentale doit sans doute se placer près du *D. fossile.*

51. DENTALIUM MICHELINII, Nob., pl. XV, fig. 6, *a*, *b*, *c*.

D. testâ curvatâ, tetragonâ, striatâ; striis longitudine inæqualibus ; aperturâ posticâ rotundatâ, extremitate non fissâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette Dentale, qui est légèrement arquée, est de forme quadrangulaire ; ses faces latérales paraissent légèrement creusées ; elles portent trois stries dont l'une plus longue, située près de la surface concave, et les deux autres, successivement plus courtes. Parmi les stries de la surface convexe, il y en a deux qui partent de l'extrémité postérieure et d'autres qui commencent plus loin, tandis que sur la surface concave, il y en a trois qui partent de la même extrémité et d'autres qui apparaissent ensuite entre celles-là. L'ouverture postérieure est ronde et nous l'avons prise pour point de départ, parce que nous ne connaissons pas l'ouverture antérieure. Cette espèce doit prendre place près du *D. abbreviatum.*

52. DENTALIUM COARCTATUM, Lamk., var. *A*, Desh. (Desh., *Monographie du genre Dentale. — Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris.*, vol. II, 1825).

Localités : Bos d'Arros ; Grignon ; Dax.

53. PILEOPSIS CORNUCOPIÆ, Lamk.

(*Patella cornucopiæ*, Lamk., *Ann. du Mus.*, vol. I, p. 311, et vol. VI, pl. XLIII, fig. 4, *a*, *b*, *c*. — *Pileopsis cornucopiæ*, Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. 23, pl. II, fig. 13, 14, 15, 16.)

Localités : Bos d'Arros; Grignon; Hauteville, près Valognes ; Angleterre.

Notre individu, quoique incomplet, se rapproche assez du *P. cornucopiæ* pour qu'il nous paraisse impossible de l'en séparer ; c'est parmi les variétés dilatées de cette espèce qu'il faut le placer.

54. BULLA SEMISTRIATA, Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, pl. V, fig. 27, 28.

Localité : Cuise-la-Motte.

Var. *A*, Nob. *Testâ striis medianis obsoletis instructâ* (pl. XV, fig. 7, *a*).
Localité : Bos d'Arros.

M. Deshayes a dit dans sa *Description des coq. foss. des env. de Paris*, que la *B. semistriata* ne différait surtout de la *B. ovulata* que par l'absence de stries sur toute la surface. Notre variété vient donc établir un rapprochement plus sensible entre ces deux espèces, car elle est pourvue de stries obsolètes sur sa partie médiane ; les stries de la partie supérieure nous paraissent aussi plus profondes que dans les individus de l'espèce type.

55. NISO TEREBELLATUS, Lamk., pl. XV, fig. 8.

(*Bulimus terebellatus*, Lamk., *Ann. du Mus. d'hist. nat. de Paris*, vol. IV, p. 291, et vol. VIII, pl. LIX, fig. 6. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. IX, fig. 1, 2. — *Niso terebellatus*, Nyst., *Descript. des coq. foss. de la Belgique*, p. 433, pl. XXXVII, fig. 29. — *Bonellia terebellata*, Desh., *Anim. sans vert.*, nouv. édit.)
Localités : Bos d'Arros; Grignon.

Plusieurs auteurs considèrent cette espèce comme très répandue ; seulement ils trouvent que les individus de Bordeaux et d'Italie ont un ombilic plus grand et que leur dernier tour est plus arrondi, tandis qu'il est caréné dans ceux des environs de Paris. Il y a, de plus, un autre caractère sur lequel on ne paraît pas s'être arrêté, et que nous avons représenté dans la fig. 8, pl. XV. Cette figure fait voir que les tours de spire sont ornés à leur base interne de plis longitudinaux fins et ondulés comme le bord de l'ouverture. Ce caractère existe également dans les individus de Grignon et ceux de Bos d'Arros. Ainsi donc, on peut non seulement faire une variété de l'espèce d'Italie, comme l'a dit M. Deshayes, mais on pourrait encore en faire une espèce, ainsi que le pense M. Nyst. Nous n'avons vu que des figures des espèces vivantes ; il nous est donc impossible de préciser les rapports qui existent entre elles et les espèces fossiles.

56. AMPULLARIA PYGMÆA, Lamk., *Ann. du Mus.*, vol. VIII, pl. LXI. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, pl. XVII, fig. 15, 16.

Localités : Bos d'Arros; Grignon.

57. AMPULLARIA, indét., pl. XVI, fig. 1.

Localité : Bos d'Arros.

Comme cette ampullaire nous est représentée par un seul individu de petite taille, nous pouvons croire qu'elle appartient à un jeune âge ; sa forme extérieure la placerait entre l'*A. Willemetii* et l'*A. acuminata*.

58. NATICA HYBRIDA, Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, pl. XIX, fig. 17, 18.

Localités : Bos d'Arros ; Rétheuil (Picardie).
Nous ne possédons qu'une grosse Natice qui se rapporte à la *N. hybrida*, qu'on trouve dans les sables inférieurs du calcaire grossier des environs de Paris, et non pas à celle des sables supérieurs de ce même calcaire grossier. Cette dernière doit être une espèce différente de la première, ainsi que nous l'a fait remarquer M. Hébert sur de très beaux échantillons qu'il a recueillis lui-même. Or,

tout en conservant le nom de *N. hydrida* pour l'espèce de Rétheuil, nous proposerions le nom de *N. Heberti* pour celle d'Auvers.

59. NATICA LABELLATA, Lamk., *Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 552. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. 164, pl. XX, fig. 3, 4.

Localités : Bos d'Arros; Grignon; Beauchamp ; argile de Londres.

60. NATICA BAYLEI, Nob., pl. XVI, fig. 2, *a*.

N. testâ obliquè ovato-convexâ, longitudinaliter striatâ, latè umbilicatâ; umbilico nudo, ad basim subangulato ; spirâ brevi, conicâ, acutâ, ad suturam canaliculatâ; aperturâ magnâ, semilunari, basi dilatatâ; labro acuto.

Localité : Bos d'Arros.

Cette Natice est très voisine de la coquille que M. Sowerby a nommée *Ampullaria ambulacrum*. Sa coupe longitudinale est celle d'un ovale dont le grand axe ferait un angle de 45 degrés avec l'axe de la coquille. La spire est conique, aiguë ; ses tours sont séparés par une suture canaliculée, étroite et assez profonde. Toute la surface possède des stries d'accroissement qui sont plus fines et plus serrées dans l'ombilic. L'ombilic est grand, simple et subanguleux à sa base. L'ouverture est grande, semi-lunaire. Le bord gauche part de la suture et est recourbé sur lui-même depuis l'ombilic jusqu'à sa jonction avec le bord droit ; celui-ci est mince, tranchant et muni d'une petite gouttière, qui est la contre-partie du canal de la spire. Longueur, 20 millim. ; largeur, 21 millim.

61. NATICA GLAUCINOIDES ? Desh., pl. XVI, fig. 3, *a*.

(Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, p. 166, pl. XX, fig. 7, 8.)

Localités : Bos d'Arros ; Valmondois.

C'est avec doute que nous rapportons à cette espèce plusieurs individus de très petite taille, toutes les espèces de ce groupe n'ayant pas encore été suffisamment étudiées.

62. VERMETUS ? HEXAGONUS, Nob., pl. XV, fig. 10, *a* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

V. tubo hexagono, longitudinaliter costato, striis transversis tenuibus, irregularibus ornato ; sex costis crassioribus, squamosis.

Localité : Bos d'Arros.

Il ne serait pas impossible que cette coquille fût une Serpule ; si nous l'avons placée parmi les Vermets, c'est en nous fondant seulement sur le facies extérieur. Nous ne possédons du *V. hexagonus* que des prolongements tubiformes; ils sont pourvus de côtes longitudinales, dont six sont assez fortes et donnent à la coquille une forme hexagonale. Les six fortes côtes possèdent des épines obtuses, presque lisses, qui sont imbriquées les unes sur les autres. De la base de ces épines, partent des stries transverses fines, irrégulières, qui passent sur les stries longitudinales pour y laisser de fines granulations. La largeur de nos fragments n'excède pas 5 millim.

63. VERMETUS ? SQUAMOSUS, Nob., pl. XV, fig. 9, *a*.
(*V. Valmondoisii*, Nob., *Bull. de la Soc. géol.*, vol. V, p. 204.)

V. tubo rotundato, longitudinaliter transversìmque tenuistriato; striis longitudinalibus majoribus.

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille, que nous rapportons, comme l'espèce précédente, au genre Vermet, à cause de

sa forme extérieure, est voisine de la *Serpula inscripta*, d'Arch.; elle se rapproche aussi d'une autre espèce que l'on trouve à Valmondois et à Hauteville, et c'est à tort que nous avions opéré le rapprochement complet. Ce Vermet est pourvu de stries longitudinales et transverses; les stries transverses sont plus fines et passent sur les autres. La largeur de nos fragments n'excède pas 6 millim. 1/2.

64. SOLARIUM PLICATUM, Lamk., *Ann. du Mus. d'hist. nat. de Paris*, vol. IV, p. 55, et vol. VIII, pl. XXXIII. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. 219, pl. XXIV, fig. 16, 17, 18.

Localités : Bos d'Arros; Grignon; Valognes; Barton, près de Londres.

65. SOLARIUM POMELI, Nob., pl. XV, fig. 11, *a*, *b* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 204).

S. testâ orbiculatâ, discoideâ, transversè longitudinaliterque striatâ; striis transversis granulosis, inæqualibus; anfractibus supernis planis; ultimo anfractu subtùs convexo, ad peripheriam carinato; umbilico magno, margine intùs bicarinato et bicanaliculato; carenis valdè plicatis transversèque striatis; aperturâ subquadrangulari.

Var. *A*, Nob. *Testâ striis transversis irregularibus minùsque granulosis instructâ.*

Localité : Bos d'Arros.

Nous possédons trois individus de cette espèce d'une taille différente, et tous trois présentent des caractères également différents. Celui de nos individus qui est d'une taille moyenne est plus régulier que les deux autres, et c'est lui que nous avons pris pour type. Sa spire est très surbaissée; elle est composée de sept tours; leur partie supérieure est ornée de stries transverses fines et granuleuses. Celles qui sont près de la suture sont plus marquées que les moyennes, elles sont au nombre de trois; celles qui sont près du bord extérieur sont au nombre de trois également, et sont irrégulières; celle du milieu est plus fine, et se divise en deux à quelque distance du sommet, tandis que les deux autres sont plus grosses que toutes celles de la surface du tour, celle extérieure surtout. La partie inférieure est convexe; elle présente des stries transversales fines, rendues granuleuses par des stries longitudinales, bifurquées comme dans le *S. plicatum*, tandis que son ombilic est celui du *S. canaliculatum*, mais plus évasé. Le bord interne de la partie inférieure de chaque tour est bicaréné et bicanaliculé; les carènes sont fortement plissées longitudinalement et portent quelques stries transverses; l'espace compris entre ces carènes est seulement plissé longitudinalement. Les deux autres individus peuvent former une variété dont la spire est un peu plus surbaissée et dont les stries de la surface supérieure sont moins régulières et moins granuleuses.

L'espèce-type est haute de 7 millim. 1/2 et large de 14. Le dernier tour est large de 4 millim. à sa partie supérieure, et de 8 millim. à sa partie inférieure.

66. SOLARIUM PLANO-CONCAVUM, Nob., pl. XV, fig. 12, *a*, *b*.

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 204.)

S. testâ orbiculatâ, plano-concavâ, striis transversalibus tenuibus, granulosis, inæqualibus ornatâ; anfractibus supernis planis; ultimo anfractu polygono, extùs serrato; umbilico maximo, subconcavo; aperturâ subquadrangulari.

Localité : Bos d'Arros.

Cette espèce est l'une des plus jolies que nous connaissions pour l'ornementation de sa surface; c'est une coquille suborbiculaire, à spire presque aplatie, légèrement concave au sommet. Cette spire est composée de cinq tours; ces tours sont ornés supérieurement de huit stries transverses, fines, d'inégale grosseur et fortement granuleuses; les plus grosses se trouvent près de la suture et

vers le bord extérieur : ce sont les première, cinquième, septième et huitième. La partie inférieure possède un ombilic large et évasé. Le grand évasement de l'ombilic provient de la disposition des tours de spire, dont la base présente une forte carène dans la partie médiane ; la carène et le côté intérieur présentent des stries transverses, granuleuses, plus grosses que celles de la partie externe. Le dernier tour est fortement caréné et crénelé sur son bord extérieur ; sa partie supérieure est à la partie inférieure comme trois est à deux ; l'ouverture est quadrangulaire. Le nom que nous avons donné à cette espèce représente assez bien sa forme générale.

Ce cadran est haut de 2 millim. 1/2 et large de 7 millim. 1/2.

67. TURRITELLA CARINIFERA, Desh., pl. XV, fig. 13, 14.

(*T. carinifera*, Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. 273, pl. XXXVI, fig. 1, 2.)

Var. *A*, Nob. *Testâ breviore, striis longitudinalibus et transversis tenuibus, regularibus, ornatâ; striis transversis granulosissimis.*

Var. *B*. Nob. *Eâdem facie, sed cum quinque striis majoribus.*

Localité : Bos d'Arros.

La *T. carinifera* des environs de Paris est bien obscurément granuleuse, comme l'a fort bien remarqué M. Deshayes ; mais les granulations de nos variétés sont très visibles à l'œil nu ; ce sont les stries longitudinales irrégulières dont toute la surface est ornée, qui les rendent saillantes. Les stries transverses sont, dans la variété *A*, disposées à peu près comme dans l'espèce-type, mais la taille de cette variété est constamment plus petite. Une pareille taille, jointe au facies, rend la variété *B* assez voisine de la *T. imbricataria ;* cette variété a cinq stries plus fortes que les autres et placées assez régulièrement. Cette espèce se trouve aussi dans le département de l'Aude.

68. TURRITELLA CONOIDEA ? Sow., *Mineral conch.*, tab. LI, fig. 1 et 4, pl. XV, fig. 15.

Localités : Bos d'Arros ; Barton (Angleterre).

Nous rapportons à cette espèce un fragment de Turritelle qui présente tous les caractères d'une portion semblable dans l'espèce-type.

69. TURRITELLA DUVALII, Nob., pl. XV, fig. 16, 17, 18 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 204)

T. testâ conico-turritâ ; anfractibus convexiusculis, supernis lævigatis, infernis irregulariter transversìm striatis ; ultimo anfractu striis tenuibus ornato ; aperturâ ovato-rotundatâ ; columellâ basi paululùm depressâ.

Var. *A*, Nob. *Striis transversis obsoletis.*

Var. *B*, Nob. *Quinque striis transversis æquidistantibus.*

Localité : Bos d'Arros.

Cette Turritelle est conique, allongée ; sa spire est composée de onze tours un peu convexes ; les cinq premiers sont lisses, les autres sont pourvus de stries transverses disposées irrégulièrement, entre lesquelles il existe d'autres stries, visibles seulement à la loupe. Le dernier tour est strié légèrement jusqu'à sa base. L'ouverture est ovale-oblongue ; le bord gauche est mince et appliqué ; le bord droit est toujours mutilé. La columelle est aplatie et légèrement contournée. Dans l'espèce-type, les trois stries supérieures sont plus fortes, plus espacées que les autres, et rendent cette partie de la coquille légèrement concave. La variété *A* a ses stries régulières fort peu marquées, et la variété *B* a cinq stries régulières, équidistantes, qui en font une belle coquille. Longueur, 20 millim. ; largeur, 9 millim. Nous avons dédié cette espèce à M. Duval, en l'honneur de ses recherches continuelles qui ont enrichi la paléontologie du bassin de Paris.

70. TURRITELLA UNIANGULARIS, Lamk. (var. *A*, Nob., pl. XV, fig. 19).

(*T. uniangularis*, Lamk., *Anim, sans vert.*, vol. VII, p. 563. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris.*, vol. II, pl. XL, fig. 28, 29).

Var. *A. Testâ striis transversis ornatâ.*
Localités : Bos d'Arros ; Grignon.

Notre variété diffère de l'espèce-type par des stries transverses fines dont le nombre peut varier : ainsi nous avons vu dans la collection de M. Deshayes un individu des environs de Paris, dont la partie supérieure des tours de spire est pourvue seulement de deux stries. Les nôtres en ont quatre ; trois près de la suture supérieure et une entre celles-ci et la carène de la base ; chez les individus de grande taille, il doit y avoir aussi des stries à la base de cette carène.

71, 72. TURRITELLA, indét.

Nous possédons encore des fragments de Turritelle qu'il nous est impossible de déterminer, bien qu'ils doivent appartenir à deux autres espèces.

73. CERITHIUM LEJEUNII, Nob., pl. XVI, fig. 4.

(*C. Dufrenoyi*, Nob., *Bull. de la Soc. géol.*, vol. V, p. 204.)

C. testâ elongato-turritâ ; anfractibus numerosis, tribus seriebus tuberculorum striisque transversis tenuibus instructis ; tuberculis inferioribus maximis, spinosis ; ultimo anfractu ad peripheriam carinato, basi subplanâ, striis obliquis obsoletis ornatâ ; aperturâ ovatâ, canali contorto terminatâ.
Localité : Bos d'Arros.

Cette espèce est d'une taille assez grande, car le plus gros fragment que nous en possédons appartenait à un individu dont la longueur pouvait atteindre 12 centim., et la largeur 3 centim. Le *C. Lejeunii* présente quelques variations suivant l'âge. C'est une coquille allongée, turriculée, dont les tours de spire sont assez nombreux ; ces tours possèdent à leur base une large bande saillante munie de stries transverses obsolètes et de côtes tuberculeuses longitudinales qui sont sub-convexes inférieurement et épineuses à leur partie supérieure ; les épines deviennent très fortes en approchant de l'ouverture. Les côtes varient en nombre ; le dernier tour de spire n'en possède que sept, tandis que les premiers en ont environ une vingtaine. L'espace compris au-dessous de ces gros tubercules contient, dans les premiers tours, une autre rangée tuberculeuse beaucoup plus petite, et dont les tubercules sont trois fois aussi nombreux, puis encore au-dessous des stries transverses, fines et serrées. Dans les derniers tours de spire, il y a un troisième rang de tubercules encore plus petits ; vers le dernier tour, ceux-ci sont environ dix fois plus nombreux que les gros tubercules, tandis que les précédents le sont seulement quatre à cinq fois. Enfin, chaque tour se termine par une strie tranverse, sub-granuleuse, qui borde la suture. Les derniers tours de spire ont encore des stries d'accroissement assez serrées qui sont les seuls ornements de la base du dernier tour. Ce dernier tour est caréné et terminé par un canal très oblique et contourné. Quoique la bouche soit mutilée, il nous semble que l'ouverture doit être ovale et plus large que haute. Nous avons dû changer le nom de *Dufrenoyi* donné par M. d'Archiac à un Cérite du terrain oolithique.

74. CERITHIUM VERNEUILLII, Nob., pl. XVI, fig. 5.

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. V, p. 204.)

C. testâ elongato-turritâ ; anfractibus convexiusculis, varicosis ; primis, costis longitudinalibus striisque transversis ornatis ; penè ultimo anfractu unâ serie tuberculorum spinosorum in medio

coronato, ultimo carinato, striis longitudinalibus transversisque munito; columellâ supernè plicatâ.

Localité : Bos d'Arros.

La série de transformations que présente cette espèce suivant son âge est assez intéressante ; dans le jeune âge, elle se rapproche du *C. Geslini*, et, dans l'âge adulte, elle offre quelque ressemblance avec le *C. spinosum*. Cette coquille est allongée, turriculée, et possède environ dix-huit tours de spire sub-convexes, interrompus de distance en distance par des varices. Les premiers tours sont garnis de côtes longitudinales traversées par quatre stries assez fortes et quelques autres stries intermédiaires obsolètes ; les tours suivants ont un sillon assez profond près de la suture, et les stries intermédiaires y sont plus visibles ; puis ce sillon devient plus profond, les stries transverses s'effacent peu à peu, et enfin l'avant-dernier tour n'offre plus, dans sa partie médiane, qu'un rang de tubercules épineux. Le dernier tour est seulement caréné à sa partie supérieure, à cause de l'absence des tubercules ; il possède une grosse varice, et il est orné de stries transverses de diverses grosseurs, traversées par des stries d'accroissement. L'ouverture, quoique mutilée, nous paraît plus haute que large ; le bord gauche est fortement plissé à sa partie supérieure.

Cette coquille doit avoir environ 70 millim. de longueur sur 24 de largeur. La position que représente la figure ne permet pas de voir les caractères du dernier tour.

75. Cerithium palense, Nob., pl. XVI, fig. 6.

(*C. Koninckii*, Nob., *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. V, p. 204.)

C testâ conico-turritâ, transversìm striatâ; striis simplicibus; anfractibus suprà subspiratis, longitudinaliter costatis; costis tuberculis supernè terminatis; aperturâ ovatâ.

Localité : Bos d'Arros.

Ce Cérite a quelques rapports de forme avec le *C. turris;* comme lui, il est conoïde et d'une forme très élégante. Sa spire est composée d'environ dix tours, légèrement étagés ; chaque tour est orné de stries transverses, simples, espacées irrégulièrement ; les supérieures étant plus serrées. Ces stries se continuent jusqu'à la base du dernier tour qui présente aussi des stries d'accroissement ; elles sont traversées par des côtes longitudinales ; sur les premiers tours, ces côtes sont régulières, puis leur partie supérieure acquiert une forme tuberculeuse, et leur partie inférieure s'atténue à tel point qu'elle est à peine sensible sur la base du dernier tour. L'ouverture est ovale ; le bord gauche est mince et appliqué dans toute son étendue ; le bord droit du seul individu que nous possédions a huit plis, dont trois plus espacés à la partie supérieure, et les cinq autres plus serrés à la base.

Cette coquille a environ 33 millim. de long et 15 millim. de large. Nous avons dû changer le nom de *C. Koninckii*, qui avait été donné par M. d'Archiac à une espèce du terrain oolithique.

76. Cerithium Prattii, Nob., pl. XVI, fig. 7 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

C. testâ conico-turritâ; anfractibus longitudinaliter costatis, quatuor striis transversis majoribus et inœqualibus instructis; primâ granulosâ, alteris simplicibus, striis alteris minutissimis, simplicibus, interjectis; ultimo anfractu convexo, striato; aperturâ ovatâ, canali longo, contorto terminatâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille est conique, allongée, et sa forme rappelle celle du *C. filiferum*. Sa spire est composée de onze tours ornés de stries transverses traversées par des côtes longitudinales, dont quelques unes, un peu plus grosses à des intervalles inégaux, simulent des varices. Les stries les plus apparentes sont au nombre de quatre ; celle qui est supérieure est fine et granuleuse, les trois autres

sont lisses et semblables; entre chacune d'elles, il y a une strie lisse et très fine, comme il en existe dans plusieurs espèces de Cérites. Le dernier tour est convexe et pourvu de stries simples jusqu'à son extrémité; ces stries sont irrégulières: les unes, plus fortes, sont assez distantes les unes des autres; les autres, plus fines, sont placées entre les premières. L'ouverture est ovale. La columelle est allongée, tordue, et son canal est assez prononcé; le bord droit possède une callosité vers la partie médiane. Longueur, 18 millim.; largeur, 8 millim.

77. Cerithium subfragile, Nob., pl. XVI, fig. 8, *a*.

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

C. testâ elongato-turritâ; anfractibus convexiusculis numerosis, irregulariter varicibus interruptis, longitudinaliter tenuè costatis, transversìm striatis; striis tenuibus subregularibus, alteris minutissimis, simplicibus, obsoletis, interjectis; ultimo anfractu basi convexo, striis irregularibus, simplicibus ornato; columellâ basi vix inflexâ, aperturâ ovatâ, canali brevi terminatâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette espèce a des caractères si voisins du *C. semigranulosum*, Lamk., que nous avons reproduit en partie la description qu'en donne M. Deshayes dans sa *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*; elle se rapproche également du *C. lamellosum*, d'Arch. Cette coquille est allongée, turriculée, très pointue au sommet. Les tours de spire sont au nombre de quatorze; ils sont légèrement convexes et ornés de stries transverses, qui rendent granuleuses des côtes longitudinales assez serrées; sur les premiers tours, ces stries sont au nombre de trois; sur les derniers, elles sont au nombre de quatre et contiennent entre elles une strie plus fine, simple et obsolète. Le dernier tour possède, après le dessin des autres tours, deux stries fortes entre lesquelles on voit également une strie plus fine, et des stries fines et régulières jusqu'à la base. L'ouverture est ovale, et terminée par un canal court. La columelle est légèrement flexueuse et raccourcie; le bord gauche est très mince et appliqué; le bord droit nous est inconnu. Longueur, 8 millim. 1/2; largeur, 2 millim. 1/2.

78. Cerithium conjunctum? Desh., *Descr. des coq. foss. des env. de Paris*, pl. LXXV, fig. 1, 2, 3.

Nous rapportons avec doute à cette espèce un Cérite dont nous ne possédons qu'un fragment.

Localités : Bos d'Arros; Étampes (sables de Fontainebleau).

79. Cerithium inversum, Lamk., *Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 87. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, pl. LVI, fig. 15-17.

Localités : Bos d'Arros; Grignon.

80. Cerithium, indét.

Nous indiquons cette espèce seulement pour une columelle semblable à celle du *C. giganteum* par sa taille, mais différente par ses caractères. C'est, jusqu'à ce jour, la plus grande espèce du terrain éocène des Pyrénées.

81. Triforis biplicatus, Nob., pl. XVI, fig. 9, *a* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

T. testâ elongato-turritâ, pupæformi, sinistrorsâ; anfractibus numerosis longitudinaliter plicatis; plicis inæqualiter transversìm bipartitis, minoribus inferioribus, majoribus striâ transversâ munitis; ultimo anfractu convexo, basi striis simplicibus, regularibus, instructo.

Localité : Bos d'Arros.

Cette espèce et la suivante sont d'autant plus intéressantes dans le terrain éocène des Pyrénées, que jusqu'à présent on ne connaissait à l'état fossile que l'espèce des environs de Paris. Nous ne

possédons pas la bouche du *T. biplicatus*, et c'est l'analogie de ses plis avec ceux du *T. plicatus*, qui nous fait placer cette espèce dans le genre Trifore. C'est une coquille allongée, fusiforme, qui peut avoir environ treize tours de spire. Ces tours possèdent des plis longitudinaux, séparés vers leur base, par un sillon transverse, en deux parties inégales, absolument comme dans le *T. plicatus*, mais les plis les plus longs sont aussi traversés par une strie transverse. Le dernier tour est convexe ; il possède, outre les plis, des stries transverses lisses, qui se continuent jusqu'à la base du canal. La bouche est sénestre, tandis qu'elle est dextre dans le *T. plicatus*. Longueur, 10 millim. ; largeur, 3 millim.

Par une erreur que nous ne pouvons expliquer, la figure du *T. plicatus*, *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, a la bouche dextre, comme les individus de Valmondois que nous avons vus, et cependant la description du genre lui attribue une bouche toujours sénestre. M. Deshayes possède une coquille de ce genre dont la bouche est à gauche, et qui provient d'une autre localité que celles précitées.

82. TRIFORIS CONOIDALIS, Nob. pl. XVI, fig. 10, *a* (*Bull. de la Soc. géol.* 2e sér., vol. V, p. 204).

T. testâ elongato-turritâ, conoidali, sinistrorsâ ; anfractibus numerosis longitudinaliter plicatis ; plicis inæqualiter transversìm bipartitis, minore plicâ inferiore, majore sulco transversò munitâ ; ultimo anfractu carinato, duabus striis simplicibus marginato, basi lævigato.

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille n'est pas renflée comme les autres espèces; elle est presque conique ; ses tours de spire sont semblables à ceux du *T. biplicatus;* mais le dernier tour, au lieu d'être convexe, est aplati et caréné. La carène est formée par deux stries simples, et le reste de la base est lisse. Nous avons été conduit à placer cette espèce dans le genre Trifore par des considérations analogues à celles que nous avons émises pour l'espèce précédente.

83. PLEUROTOMA CLAVICULARIS, Lamk. (*Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 98. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, pl. LXIX, fig. 17, 18), pl. XVI, fig. 14.

Var. *B.* Desh. (*Id.*, vol. II, pl. LXIX, fig. 15, 16), pl. XVI, fig. 15.

Localités : Bos d'Arros; Grignon ; Auvers; Vicentin.

Les dimensions de ce Pleurotome, ainsi que ses stries, sont très variables, à en juger par tous les individus que nous possédons, qui doivent cependant se grouper autour de l'espèce-type et de la variété *B.* Ainsi, les uns sont allongés, les autres renflés; les uns ont plusieurs stries à leur partie supérieure, tandis qu'on peut à peine y découvrir la trace d'une seule strie chez quelques autres. La fig. 14 devrait avoir sa lèvre plus saillante d'environ 2 millim., ce qui rendrait son échancrure plus profonde. On doit rapporter à l'une des variétés indiquées par M. Deshayes la variété *Vicentina* de M. Brongniart.

84. PLEUROTOMA MARGINATA, Lam. (*Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 98. — Desh., *idem*, pl. LXX, fig. 7, 8), pl. XVI, fig. 16.

Localités : Grignon ; Vicentin.

Var. *B.* Nob. *Testâ totâ superficie tenuè striatâ.*

Localité : Bos d'Arros.

Nous considérons comme une variété du *P. marginata* une coquille qui en est très voisine par sa forme, mais qui est ornée de stries fines et régulières sur toute la surface. Cette variété est aussi voisine du *P. glabrata*, Lamk. La lèvre droite et son échancrure sont telles que dans la figure donnée par M. Deshayes, tandis que la nôtre a les mêmes défauts que la figure précédente.

85. Pleurotoma palensis, Nob., pl. XVI, fig. 17.

P. testâ elongatâ, subventricosâ, striatâ; striis spiræ crebris; striis anfractûs ultimi magis distantibus; ultimo anfractu spirâ paululùm longiore; columellâ rectâ; fissurâ latâ.

Localité : Bos d'Arros.

Nous ne possédons qu'un seul individu de cette espèce, encore sa lèvre droite et sa base sont-elles mutilées. Ce Pleurotome est peu allongé, légèrement ventru dans le milieu; il possède dix tours de spire peu convexes, qui sont striés sur toute leur surface. Ces stries paraissent ponctuées, à cause du passage des stries d'accroissement. Le dernier tour est un peu plus grand que la spire; ses stries, qui sont plus distantes que celles des tours précédents, sont à peine visibles sur sa partie ventrue. L'échancrure de la lèvre droite est peu profonde; la columelle est presque droite et peu saillante. Longueur, 16 millim.; largeur, 6 millim. 1/2.

86. Pleurotoma bifasciata, Sow. (*Fusus bifasciatus*, Sow., *Min. conch.*, tab. 228).

Localité : Highgate (Angleterre).

Var. *A.* Nob. *Spirâ magis elongatâ; carenis magis acutis striisque transversis inæqualibus, magis numerosis.*

Localité : Bos d'Arros.

Cette variété diffère du type nommé par Sowerby par l'allongement de sa spire, par l'angle plus aigu que forment ses carènes et par le plus grand nombre de ses stries transverses. De plus, les tours de spire possèdent trois stries plus fortes que les autres.

Dans le *Mineral conchology*, M. Sowerby dit que l'état imparfait du bord droit l'a empêché de déterminer d'une manière précise si cette coquille devait être placée parmi les Fuseaux ou les Pleurotomes. Notre échantillon est aussi mal conservé que le sien; mais les stries d'accroissement ne permettent pas de douter que cette espèce ne soit un véritable Pleurotome. M. Agassiz l'a d'ailleurs indiqué dans la traduction française du *Mineral conchology*, 1845.

87. Pleurotoma Tallavignesii, Nob., pl. XVI, fig. 18, 19.
(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, vol. V, p. 204.)

P. testâ elongato-fusiformi; anfractibus latis, convexiusculis, striis granulosis supernè marginatis; costulis longitudinalibus striisque transversis decussatis; ultimo anfractu canali recto, longo, terminato; columellâ basi obliquâ; aperturâ elongato-angustâ; fissurâ latâ, trigonâ.

Var. *A.* Nob. *Striis costulisque obsoletis.*

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille a quelques rapports extérieurs avec le *P. ramosa*, bien quelle en soit très différente. Elle est allongée, fusiforme. Sa spire, qui est aiguë, est plus ou moins longue que le dernier tour; dans la figure 18, elle est plus longue, et dans la figure 19 elle est au contraire plus courte; on y compte douze tours assez larges, pourvus de stries transverses traversées par des côtes longitudinales, les unes et les autres variant dans leurs dimensions. Les trois premiers tours sont lisses, les autres striés. Ces derniers sont convexes à la partie inférieure, et concaves à la partie supérieure. La partie concave présente une ou deux stries granuleuses situées immédiatement sous la suture; puis deux stries semblables, mais plus fines, viennent au-dessous. La partie convexe présente des granulations plus fortes qui résultent, comme dans le premier cas, de l'intersection des stries et des côtes longitudinales. Ces dernières se bifurquent presque immédiatement après leur naissance, et c'est sur le dernier tour que cette bifurcation devient très visible. Le dernier tour est terminé par un canal assez large, dont la partie postérieure présente seulement des stries transverses. L'ouverture est allongée,

étroite; la columelle est épaisse, arrondie, et elle s'aplatit à la partie inférieure, en obliquant à gauche; le bord droit est terminé supérieurement par une échancrure large et trigone. La variété *A* est pourvue de stries et de côtes moins marquées; les stries de la partie concave de chaque tour deviennent très fines et perdent presque complétement leurs granulations. Enfin, le dernier tour a quelquefois ses côtes longitudinales encore moins prononcées que dans la figure 19.

Ce Pleurotome, qui est l'une des plus belles espèces du genre, est long de 42 millimètres, et large de 12 millimètres 1/2.

88. Pleurotoma Archiaci, Nob., pl. XVI, fig. 20, 21 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

P. testâ oblongo-ventricosâ, utrinque conicâ; spirâ ultimo anfractu breviore; anfractibus bicarinatis, costatis, striis transversis granulosis ornatis; striis numerosis regularibus in anfractuum parte superiore; ultimo anfractu striis majoribus striisque minoribus interpositis instructo; aperturâ parvâ, canali angusto, recto, terminatâ; columellâ sub-rectâ.

Var. *A*. Nob. *Testâ longiore, striis plus minusve granulosis.*

Localité : Bos d'Arros; Fabresan (Aude).

Ce Pleurotome est allongé, ventru dans le milieu; sa spire, plus courte que le dernier tour, est composée de neuf tours à double carène. Les tours sont ornés de stries fines transverses; ces stries sont traversées par d'autres stries d'accroissement qui les rendent granuleuses, et les plus granuleuses sont celles qui forment carène vers la partie inférieure. La partie comprise entre le bord supérieur et la carène forme une rampe en spirale dont les stries sont fines, subgranuleuses et régulières; au dessous de la double carène il n'y a que deux stries. Le dernier tour possède également de fortes stries granuleuses et d'autres stries beaucoup plus fines, peu ou point granuleuses. Ces dernières, d'abord au nombre de deux ou trois entre les premières, finissent par disparaître à la base où les stries sont lisses et semblables. L'ouverture est petite, terminée par un canal droit assez allongé; la columelle est arrondie, déprimée à sa base. Le sinus du bord droit est situé vers la suture, dans cette partie de la coquille formant une rampe en spirale qui va jusqu'au sommet. Longueur, 21 millim.; largeur, 10 millim. La variété est plus allongée; ses tours de spire ont la même disposition, mais leurs stries sont fort peu granuleuses. Longueur, 33 millim.; largeur, 12 millim. Cette variété ne se trouve qu'à Bos d'Arros, tandis que l'espèce type se trouve également à Fabresan, ainsi que nous l'avons reconnu sur des échantillons que M. Tallavignes a recueillis dans le terrain nummulitique de l'Aude, et qu'il a eu l'obligeance de nous communiquer.

89. Pleurotoma Heberti, Nob., pl. XVII, fig. 3, *a*.

P. testâ oblongo-ventricosâ, utrinque conicâ; spirâ ultimo anfractu breviore; anfractibus bicarinatis, costatis, striis transversis granulosis ornatis; tribus striis irregularibus anfractuum parte superiore; ultimo anfractu striis majoribus unâque striâ minore interpositâ munito; aperturâ parvâ, canali angusto recto terminatâ; columellâ subrectâ.

Localité : Bos d'Arros.

Ce Pleurotome est très voisin du *P. Archiaci*; il en a la forme, mais il en diffère par l'ornementation de la surface. Les stries d'accroissement sont très fines et très nettes, comme on a voulu le représenter fig. 3 *a*. Il y a également deux stries granuleuses plus fortes sur chaque tour de spire, mais la double carène qu'elles y forment est à peine sensible; ensuite la rampe en spirale ne porte que trois stries subgranuleuses; l'une, un peu plus grosse, située près de la suture; les deux autres, plus fines, près de la carène. Longueur, 20 millim.; largeur, 9 millim.

90. Pleurotoma denticula, de Bast. (*Descript. géol. du bassin tert. du sud-ouest de la France*, pl. III, fig. 2; — Bellardi, *Mon. delle pl. foss. del Piemonte*, tav. III, fig. 7).

Localités : Env. de Bordeaux, Dax; Touraine ; collines de Turin.

Var. *C*, Nob., *Ultimo anfractu tàm longo quàm spirâ.*

Var. *D*, Nob., pl. XVI, fig. 22. *Ultimo anfractu spirâ breviore, duabus tribusve striis lævigatis, multò majoribus in medio instructo.*

La var. *C* a le dernier tour aussi long que la spire. Les stries de la surface sont semblables; cependant celles qui sont situées entre la carène et le bord supérieur sont moins nombreuses. La var. *D* a le dernier tour plus court que la spire, mais plus long que celui de l'espèce-type, et les deux ou trois stries qui suivent inférieurement la carène du dernier tour sont plus espacées et plus fortes que les autres.

91. Pleurotoma subcarinata, Nob., pl. XVI, fig. 23 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

P. testâ elongatâ, fusiformi; anfractibus carinâ tuberculosâ infernè instructis, transversìm striatis; striis tenuissimis, crebris; ultimo anfractu spirâ paululum longiore, omninò striato; striis irregularibus; aperturâ ovatâ, parvâ, canali longo angusto terminatâ; fissurâ trigonâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette espèce est très voisine de la précédente; mais, en comparant leurs descriptions, il est très facile de l'en distinguer. Elle est de même forme et de même dimension; sa spire, composée d'environ dix tours, est presque aussi longue que le dernier tour. Les tours de spire sont ornés de stries transverses très fines et très serrées sur toute leur surface, et d'une carène tuberculeuse près de la base. Le dernier tour est strié jusqu'à sa base; mais les stries, d'abord plus grosses et plus distantes sous la carène, sont ensuite plus fines et plus serrées. Un autre caractère constant pour chaque espèce est celui qui est propre aux premiers tours de spire, et par conséquent au jeune âge de la coquille; ainsi, l'un de ces premiers tours est garni de stries longitudinales fines et serrées dans le *P. denticula*, tandis que dans le *P. sub-carinata*, qui s'en rapproche beaucoup, chaque tour ressemble au précédent. Longueur, 15 millim.; largeur, 5 millim.

92. Pleurotoma dentata, Lamk., pl. XVI, fig. 24. (*P. dentata*, Lamk., *Anim.'s. vert.*, vol. VII, p. 99. — Desh., *Descript. des coq. foss. des environs de Paris*, vol. II, p. 452, pl. LXII, fig. 3, 4.)

Localités : Bos d'Arros; La Chapelle, près Senlis.

Var. *C*. Nob., *Testâ striis transversis magis tenuibus instructâ, longitudinaliter costulatâ, costellis angulosis.*

Localité : Bos d'Arros.

Cette variété diffère de l'espèce type par ses petites côtes longitudinales, qui résultent du développement en longueur des dents de la carène médiane.

93. Pleurotoma Angeloti, Nob., pl. XVI, fig. 25.
(*P. Blainvillei*, Nob. *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

P. testâ elongatâ, fusiformi, canali longo, angusto terminatâ; transversìm striatâ; striis tenuibus, regularibus, crebris; anfractibus convexiusculis in medio tuberculis obliquis ornatis; aperturâ ovato-angustâ, columellâ subrectâ.

Localité : Bos d'Arros.

Ce Pleurotome est voisin du *P. dentata*, mais ses tubercules ont une indépendance qui ne se ren-

contre pas dans l'autre espèce. C'est une coquille allongée, fusiforme, à stries transverses très fines, obsolètes et égales sur toute la surface; sa spire aiguë est composée de dix tours sub-convexes rendus sub-carénés par la présence, sur le milieu de leur surface, de tubercules allongés et obliques situés au-dessous du sinus de la lèvre droite, et dont le nombre est de neuf pour le dernier tour. Le dernier tour est un peu plus long que la spire; il est assez ventru, et se termine par un canal assez long et étroit. L'ouverture est ovale, un peu étroite; l'échancrure du bord droit, qui est assez profonde, est située entre la suture et les tubercules. Longueur, 20 millim.; largeur, 7 millim. et demi.

Nous avons changé le nom de *Blainvillei* donné antérieurement à nous à une autre espèce.

94. Pleurotoma Lehonii, Nob., pl. XVI, fig. 26 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

P. testâ elongato-fusiformi, transversìm striatâ; striis tenuibus regularibus crebris; anfractibus convexiusculis, primis lævigatis, alteris costis obliquis, angustis, instructis; ultimis subcarinatis; ultimo anfractu spirâ longiore, canali longo, angusto, terminato; aperturâ ovato-angustâ; columellâ rectâ; fissurâ latâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille est fusiforme, étroite, et sa spire est moins longue que le dernier tour. Cette spire est composée de neuf tours: les cinq premiers sont lisses et sub-convexes; les trois suivants sont convexes et ornés sur toute leur surface de stries transverses très fines, ainsi que le dernier tour et l'avant-dernier, qui sont sub-carénés. Les stries transverses sont traversées par des côtes longitudinales minces assez rapprochées, et ondulées suivant le mode d'accroissement. Ces côtes s'arrêtent un peu au-dessous de la carène du dernier tour, qui est terminée par un canal long et étroit. La suture est bordée par un petit bourrelet très peu sensible, sur lequel les stries d'accroissement sont plus marquées que dans le reste de leur longueur. L'ouverture est ovale, étroite; la columelle est arrondie et très légèrement flexueuse. Longueur, 15 millim.; largeur, 5 millim.

95. Pleurotoma Pillæ, Nob., pl. XVII, fig. 1.

P. testâ elongatâ, fusiformi, transversìm tenuè striatâ; anfractibus convexis, costis longitudinalibus, angustis, instructis; ultimo anfractu spirâ longiore, canali longo, angusto, terminato; aperturâ ovatâ; columellâ subrectâ; fissurâ latâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille est turriculée, ovale, à spire aiguë composée de huit tours convexes. Ces tours ont des stries transverses fines sur toute leur surface; les stries sont un peu plus grosses sur la partie médiane; elles sont traversées par des côtes longitudinales étroites ayant la forme des stries d'accroissement, et au nombre de dix à onze sur le dernier tour, selon la longueur de la coquille. Le dernier tour est un peu plus long que la spire; il perd les côtes longitudinales au-dessous de sa partie ventrue; et il se termine en un canal long et étroit. L'ouverture est ovale-oblongue; la columelle est presque droite; l'échancrure est large et peu profonde. Longueur, 12 millim.; largeur, 5 millim.

96. Pleurotoma Ferrandi, Nob., pl. XVII, fig. 2.
(*P. Nysti*, Nob., *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

P. testâ ovato-fusiformi; anfractibus bicarinatis, transversìm striatis, longitudinaliter costatis; striis irregularibus, in medio majoribus; ultimo anfractu tàm longo quàm spirâ, canali breviculo terminato; aperturâ ovatâ; labro irregulariter intùs plicato; fissurâ latâ.

Localité : Bos d'Arros.

Ce Pleurotome est voisin du *Cordieria Biaritzana*, et n'en diffère guère que par l'absence des plis à la columelle; il est turriculé, fusiforme et à spire pointue; la spire est composée de dix tours bicarénés, munis de stries transverses et de côtes longitudinales au nombre de sept pour chaque tour; la carène est formée, sur les premiers tours, par deux stries plus fortes que les autres; et, sur les tours suivants, elle possède en outre une troisième strie sur le milieu de la carène. Le dernier tour est aussi long que la spire, et terminé par un canal peu long; il est pourvu sur sa partie ventrue de stries fines et plus grosses qui alternent ensemble; mais, vers la base, les stries deviennent régulières. L'ouverture est ovale, étroite; la columelle est un peu tordue; le bord droit possède une échancrure peu profonde, et il est intérieurement muni de plusieurs plis inégaux. Longueur, 17 millim.; largeur, 7 millim. Nous avons dû changer le nom de *Nysti*, donné par M. Bellardi à un Pleurotome de la colline de Turin, et nous dédions avec plaisir cette espèce à M. le docteur Ferrand qui a fait de nombreuses recherches à Biaritz.

97. Pleurotoma Omalii. Nob., pl. XVI, fig. 27 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2[e] sér., vol. V, p. 204).

P. testâ ovato-fusiformi, transversìm striatâ; anfractibus convexis subcarinatis, supernè marginatis, canaliculatis, costis longitudinalibus varicosis instructis; ultimo anfractu spirâ paulò longiore; striis transversis majoribus, striis minoribus interpositis; columellâ incrassatâ; aperturâ ovatâ; fissurâ latâ.

Localité : Bos d'Arros.

Il y a une certaine analogie de forme entre cette espèce et la précédente, bien qu'il soit facile de les distinguer au premier coup d'œil. Cette coquille est ovale, fusiforme, à spire aiguë composée de dix tours; ces tours sont convexes, et rendus subcarénés par le canal supérieur; ils sont striés transversalement sur toute leur surface. La partie comprise entre la carène et la suture du bord supérieur est canaliculée, pourvue de stries fines, et sa suture est bordée. A partir de la carène, des stries plus grosses alternent avec des stries fines; ces stries sont traversées par des côtes longitudinales étroites, qui se font peu sentir au-dessus de la carène; quelques unes de ces côtes forment des varices, et il y a trois de ces varices sur le dernier tour. Le dernier tour n'est guère plus long que la spire; il est pourvu de stries assez fortes, entre lesquelles il y a trois stries plus fines, dont celle du milieu est un peu plus grosse que les deux autres. L'ouverture est ovale, étroite; la columelle est presque droite; l'échancrure du bord droit est trigone et sa plus grande profondeur correspond à la partie concave du dernier tour. Longueur, 12 millim.; largeur, 5 millim. Cette espèce atteint néanmoins une plus grande taille.

98. Pleurotoma subvaricosa. Nob., pl. XVI, fig. 29, *a*.

(*P. Deshayesii*, Nob., *Bull. de la Soc. géol.*, 2[e] sér., vol. V, p. 204.)

P. testâ ovato-fusiformi; anfractibus convexiusculis subcarinatis, irregulariter tenuè striatis, longitudinaliter costatis; striis minoribus supernè positis; costis varicosis; ultimo anfractu tàm longo quàm spirâ, canali lato, brevi, terminato; aperturâ ovato-angustâ; columellâ incrassatâ, angulo superiori uniplicatâ; fissurâ trigonâ, latâ.

Localité : Bos d'Arros.

Nous ne connaissons pas de Pleurotomes dont la forme approche de cette espèce; de même que le genre Cordiérie n'est qu'un Pleurotome présentant des plis comme ceux des Turbinelles, de même cette espèce et celle qui la suit sont garnies de côtes disposées comme les varices des Tritons. Cette coquille est ovale, fusiforme; sa spire est aiguë, on y compte dix tours subconvexes ornés de stries transverses fines. Ces stries sont plus fortes sur la moitié inférieure de chaque tour de spire, e à la jonction des

deux sortes de stries, il y a la trace d'une carène ; elles sont traversées par des côtes longitudinales obliques dans le sens des stries d'accroissement qui sont assez visibles et assez nombreuses sur les premiers tours, mais qui, sur les derniers, deviennent plus rares ; ainsi, elles sont seulement au nombre de deux sur l'avant-dernier tour et le dernier, jusqu'à la base duquel elles se prolongent. Celui-ci est aussi long que la spire, il est terminé par un canal large et assez court. L'ouverture est ovale, étroite ; la columelle est arrondie, légèrement tordue ; le bord gauche est mince et appliqué ; le bord droit possède une échancrure trigone assez petite, située entre la suture et l'indice de la carène, et il est précédé de l'une des deux côtes longitudinales. Longueur, 17 millim. ; largeur, 6 millim. Le nom de *Deshayesii* ayant été donné à une autre espèce par M. Desmoulins, nous l'avons changé en celui de *Subvaricosa.*

99. Pleurotoma Gravesii. Nob., pl. XVI, fig. 28.

P. testâ ovatâ, fusiformi, aliquot transversis striis majoribus alterisque subtilibus ornatâ; anfractibus convexiusculis, subcarinatis, longitudinaliter costatis; ultimo anfractu spirâ longiore, canali longo, angusto terminato, tribus costis longitudinalibus, striisque transversis in medio distantioribus instructo; aperturâ ovatâ; columellâ subrectâ; fissurâ trigonâ, latâ.

Localité : Bos d'Arros.

Ce Pleurotome est allongé, fusiforme ; sa spire est moins longue que le dernier tour, qui est terminé par un canal long et étroit, et elle est composée de dix tours. Ces tours sont convexes, bordés supérieurement ; ils sont pourvus de côtes longitudinales, au nombre de cinq environ, excepté sur le dernier tour, qui n'en possède que trois ; ils sont ornés de six à sept stries transverses visibles à l'œil nu, et d'autres stries transverses et longitudinales, visibles seulement avec une forte loupe ; les stries du dernier tour sont régulières sur la partie ventrue, et elles sont moins régulières et plus serrées à la base. L'ouverture est ovale ; la columelle est presque droite, et le bord droit, qui est subcaréné, a son échancrure large et trigone comprise entre le bord et la carène. Longueur, 18 millim. ; largeur, 6 millim. 1/2.

Genre Cordieria. Nob.

Testa fusiformis, infernè canali recto, plus minusve elongato, terminata. Labrum supernè fissurâ vel sinu emarginatum. Columella pluribus plicis instructa.

Nous avons hésité pendant quelque temps pour savoir ce que nous devions faire des espèces suivantes ; devions-nous les placer parmi les Turbinelles, ou bien en faire une section de Pleurotomes plissés ? L'inspection des genres créés et conservés jusqu'à ce jour nous a fait voir que plus d'un caractère générique était fondé sur la présence de plis à la columelle, et nous avons cru dès lors pouvoir ériger en genre les Pleurotomes dont la columelle est garnie de plusieurs plis. Ce nouveau genre vient donc établir un passage entre les Pleurotomes et les Turbinelles que M. Lamark fait suivre, dans sa méthode, avec cette sagacité qui caractérise tous ses travaux. Déjà MM. Bellardi et Nyst ont remarqué que certaines coquilles offraient tout à la fois les caractères des Pleurotomes et ceux des Turbinelles. Le premier de ces auteurs a même créé le genre *Borsonia* pour des Pleurotomes uniplissés ; mais comme ce pli ne nous paraît être qu'un bourrelet situé seulement sur le bord gauche et ne faisant pas partie de la columelle, et que le genre a été restreint aux espèces de Pleurotomes qui peuvent posséder ce caractère, nous avons cru qu'il était nécessaire de créer un genre qui comprît tous les Pleurotomes ayant au moins deux plis à la columelle. Il serait inutile de donner une description du genre, autre que celle qui précède ; car les rapprochements que nous venons d'indiquer la donnent avec la plus grande précision. Ce genre comprend jusqu'à ce jour quatre espèces, qui se trouvent toutes dans les terrains éocènes ; ces espèces sont les trois qui suivent, et le *Pleurotoma striolaris* des environs de Paris. Comme il serait possible, cependant, que quelques auteurs voulussent

rapporter ces espèces à d'autres genres, nous avons cru convenable de leur donner des noms qui ne puissent faire double emploi (1).

100. CORDIERIA PYRENAICA. Nob., pl. XVII, fig. 4, *a* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 204).

C. testâ elongato-fusiformi ; anfractibus convexiusculis, longitudinaliter costatis, striis transversis irregularibus striisque longitudinalibus instructis ; ultimo anfractu spirâ longiore, canali longo, angusto, terminato ; aperturâ ovato-angustâ ; columellâ biplicatâ ; fissurâ trigonâ, latâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille est allongée, fusiforme et ornée de stries transverses irrégulières sur toute la surface, à l'exception des quatre premiers tours, qui sont lisses ; ces stries sont traversées par des stries d'accroissement très fines et très serrées. La spire est composée de douze tours pourvus de cinq à six côtes longitudinales qui les rendent convexes. Le dernier tour est aussi long que la spire ; il est ventru, et se prolonge en un canal assez long et étroit. L'ouverture est ovale, étroite ; la columelle est arrondie, légèrement contournée et garnie de deux plis obliques ; le bord droit possède très près de la suture une entaille arrondie, peu profonde. Longueur, 21 millim. ; largeur, 7 millim. Cette espèce peut atteindre une longueur de 50 millim.

101. CORDIERIA BIARITZANA, Nob., pl. XVII, fig. 5, *a*, 6, *a*.
(*C. biaritzana* et *palensis*, Nob., *Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ série, vol. V, p. 204).

C. testâ elongato-fusiformi ; anfractibus convexis, suturâ marginatâ separatis, striis transversis irregularibus costisque longitudinalibus instructis ; ultimo anfractu spirâ longiore ; aperturâ ovato-angustâ ; columellâ biplicatâ vel triplicatâ ; fissurâ latâ, vix profundâ.

Var. *A*, Nob. *Testâ striis transversis tenuibus, regularibus ornatâ.*

Localité : Bos d'Arros, Biaritz.

Cette espèce se rapproche, par sa forme, du *Pleurotoma textiliosa.* C'est une coquille allongée, fusiforme, ayant une spire aiguë formée de dix tours assez larges dont la suture est bordée d'un petit bourrelet arrondi. Ces tours sont convexes, canaliculés au-dessous du bourrelet, pourvus de stries transverses sur toute la surface, et de 4 à 5 côtes longitudinales. Les stries sont irrégulières et plus fines sur la moitié supérieure des tours ; les côtes sont larges et obtuses. Le dernier tour est plus long que la spire ; il se termine par un canal assez long et un peu large ; il est pourvu de stries transverses irrégulières jusqu'à son extrémité, et l'une d'elles, plus grosse que les autres, est située sur le milieu, ou plutôt vers la base de sa partie ventrue, où viennent se terminer les côtes longitudinales. L'ouverture est ovale, étroite ; la columelle est épaisse, arrondie, et garnie de deux ou trois plis un peu obliques ; lorsqu'il y a deux plis, ils sont égaux ; lorsqu'il y en a trois, le supérieur est le plus fort, comme dans les mitres. L'échancrure du bord droit est large et peu profonde. Longueur, 24 millim. ; largeur, 10 millim. Nous avions fait deux espèces de ce Pleurotome ; mais un nouvel examen nous a fait penser que le *C. biaritzana* n'était que le jeune âge du *C. palensis.* Nous avons séparé cette dernière espèce en deux groupes, l'un que nous rapportons directement à l'espèce-type, l'autre que nous donnons comme une variété distincte par des stries transverses plus fines et régulières. Nous avons conservé le nom de *Biaritzana*, parce qu'il a été cité par M. d'Archiac dans sa *Description des fossiles nummulitiques*, etc., *Mém. de la Soc. géol.*, vol. III, p. 446.

102. CORDIERIA IBERICA, Nob., pl. XVII, fig. 7 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ série, vol. V, p. 204).

C. testâ elongato-fusiformi ; anfractibus suturâ marginatâ separatis, supernè canaliculatis, infernè plicis longitudinalibus et regularibus, instructis ; ultimo anfractu spirâ breviore, canali brevi

(1) Nous avons d'autant mieux fait, que M. Bellardi nous a dit, tout récemment, que le genre *Cordieria* devrait rentrer dans le genre *Borsonia*, qu'il a créé seulement pour les pleurotomes ayant un véritable pli, parce qu'il n'en connaissait pas de multiplissés. S'il en était ainsi, il faudrait donc changer la description du genre *Borsonia*, et augmenter les espèces de ce genre de celles qui suivent.

terminato ; aperturâ ovato-angustâ ; columellâ biplicatâ vel triplicatâ ; fissurâ latâ, vix profundâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette Cordiérie a de grands rapports avec la précédente, et nous l'eussions rapportée volontiers à cette espèce, sans la constance de certains caractères, si minimes qu'ils soient. Cette coquille est allongée, fusiforme, ornée de stries transverses sur toute sa surface ; ces stries sont fines, régulières, quelquefois obsolètes, d'autres fois bien marquées. La spire est aiguë, composée de neuf tours dont les sutures sont garnies d'un petit bourrelet. Ces tours sont divisés en deux parties, comme dans le *Pleurotoma lyrata ;* une partie supérieure qui est très petite et canaliculée, et une partie inférieure pourvue de côtes longitudinales assez larges, obtuses et assez serrées. Le dernier tour est moins long que la spire, et il se termine par un canal court et épais ; il est orné de stries transverses, irrégulières jusqu'à son extrémité. On y compte huit côtes longitudinales qui ne se prolongent pas jusqu'à la base ; cependant un grand individu, celui qui a été figuré, n'a que cinq de ces côtes, comme dans l'espèce précédente. L'ouverture est ovale, étroite ; la columelle est épaissie et munie de deux plis égaux et peu obliques ; l'échancrure du bord droit est très peu profonde et située dans la profondeur du canal. Longueur, 12 millim. 1/2 ; largeur, 5 millim. 1/2. Notre plus grand individu est long de 20 millim., et sa columelle est garnie de trois plis dont l'inférieur est bifide.

103. TURBINELLA ? PYRENAICA, Nob., pl. XVI, fig. 11.

T. testâ elongatâ, fusiformi ; anfractibus convexis, longitudinaliter costatis, transversim striatis ; striis majoribus, striis minimis interpositis ; columellâ triplicatâ.

Localité : Bos d'Arros.

Nous ne possédons qu'une spire mutilée de cette coquille qui nous paraît offrir les caractères des Turbinelles ; elle est allongée et composée de dix tours convexes. Ces tours sont pourvus de sept côtes longitudinales ; leur surface est ornée de stries transverses irrégulières, les unes grosses et les autres plus petites et interposées La columelle est garnie de trois plis obliques.

104. CANCELLARIA EVULSA, Sow., *Min. conch.*, tab. 361, fig. 2, 3, 4. — Desh., *Descr. des coq. foss. des env. de Paris*, pl. LXXIX, fig. 27, 28.

Localités : Grignon, Senlis ; Barton, près de Londres ; argile de Boom (Belgique).

Var. *B*. Nob., *Striis transversis æqualibus distantibus.*

Localité : Bos d'Arros.

Cette variété diffère de l'espèce type et de la var. *A*, Desh., par ses stries égales et plus rapprochées, et aussi par l'absence complète de stries plus fines entre les premières La columelle est aussi plus tordue ; elle se détache bien du dernier tour ; ses plis sont irréguliers : ils ne sont pas parallèles entre eux, et les deux derniers sont plus rapprochés l'un de l'autre que le second ne l'est du premier. Nous eussions fait une nouvelle espèce de cette Cancellaire, si nous n'avions remarqué que le caractère précédent de la columelle se rencontrait aussi dans des individus de l'argile de Londres.

105. FUSUS MAXIMUS, Desh., pl. XVII, fig. 8. (*Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. 526.)

Localités : Bos d'Arros ; Chaumont (calc. grossier).

La coquille figurée par M. Deshayes dans sa *Descript. des coq. foss. des env. de Paris* sous le nom de *F. maximus*, ne se rapporte pas à la description de l'espèce que donne l'auteur ; cette coquille est sans doute un individu très adulte et usé du *F. maximus.* Nous avons vu des exemplaires présentant les caractères qui sont assignés à l'espèce, et qui les rapprocheraient, comme le dit M. Deshayes, de la variété *B* du *F. longævus.* Tout en conservant le nom donné par ce savant, nous

pensons, comme lui, que l'espèce décrite et non l'individu figuré doit être une variété du *F. longævus*, et nous y rapportons le plus grand fuseau que nous possédions. La spire de ce fuseau est allongée ; elle est composée d'environ quatorze tours, qui forment supérieurement une rampe aplatie et très large. Les premiers tours sont pourvus de stries transverses irrégulières et de côtes longitudinales ; les côtes s'effacent dès l'avant-dernier tour, et quelques stries larges et obsolètes se continuent sur le milieu des tours jusqu'au bord de la lèvre droite ; la portion du dernier tour comprise entre la base de la partie ventrue et l'extrémité du canal est garnie de forts sillons.

106. Fusus longævus, Lamk. (*Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 133. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. 523, pl. LXXIV, fig. 20, 21.)

Var. *A.* Desh.
Localités : Bos d'Arros ; Cuise-la-Motte.
Var. *C?* Desh.
Localité : Bos d'Arros.

L'une de ces deux variétés a été trouvée dans le département de l'Aude par M. Tallavignes, qui a eu l'obligeance de nous la communiquer.

107. Fusus rugosus, Lamk., pl. XVII, fig. 9. (Lamk., *Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 134. — Desh., *Desc. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. 519, pl. LXXV, fig. 4-7, 10, 11.)

Localité : Grignon.

Var. *C.*, Nob. *Testâ magis elongatâ, striis minoribus inter majores positis instructâ.*
Localité : Bos d'Arros.

La coquille que nous rapportons au *F. rugosus* est plus allongée, ses stries sont moins fortes, elles sont irrégulières, et il s'en trouve une plus petite entre les plus grosses.

108. Fusus subpentagonus, Nob., pl. XVII, fig. 10, *a.* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 204.)

F. testâ elongato-angustâ, acuminatâ ; spirâ pentagonâ ; anfractibus convexiusculis, decem striis transversis granulosis instructis, longitudinaliter quinquecostatis ; ultimo anfractu caudâ longissimâ gracili, terminato ; aperturâ ovato-angustâ ; columellâ cylindricâ, biplicatâ.
Localité : Bos d'Arros.

Cette espèce est allongée, étroite, à spire aiguë. Les tours de spire sont un peu convexes, et pourvus de côtes longitudinales alignées qui donnent à la coquille une forme pentagonale ; ces côtes sont traversées par des stries granuleuses d'inégale grosseur, qui ressemblent à de petites cordelettes. Les plus grosses sont sur le milieu des tours, et séparées par une strie plus fine, comme le représente très bien la figure 10 *a*. Le dernier tour est terminé par un canal long, étroit, sub-cylindrique ; il est strié jusqu'à sa base. L'ouverture est ovale, étroite et très petite ; la columelle est arrondie et munie de deux plis obliques ; le bord gauche est mince et appliqué dans toute son étendue. Le seul individu que nous ayons pourrait avoir, s'il était complet, 24 millim. de long sur 5 millim. de large.

109. Fusus Davidsoni, Nob., pl. XVII, fig. 11, *a.* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 204.)

F. testâ elongato-angustâ, acuminatâ ; anfractibus convexiusculis quinquecostatis, striis transversis inæqualibus striisque longitudinalibus tenuibus instructis ; ultimo anfractu caudâ longissimâ gracili terminato ; aperturâ ovato-oblongâ ; columellâ cylindricâ, lævigatâ.
Localité : Bos d'Arros.

Ce Fuseau est allongé, assez étroit ; sa spire, très pointue, est composée de onze tours convexes ;

les premiers sont lisses, les autres sont pourvus de cinq côtes longitudinales qui sont alignées ou alternent entre elles; ils sont ornés de stries d'accroissement très fines et serrées; ces stries sont traversées par des sillons lisses, irréguliers et assez nombreux. Le dernier tour est terminé par un canal cylindrique, long, très grêle, et garni supérieurement de stries très fines. L'ouverture est ovale-oblongue et petite; la columelle est cylindrique et lisse.

Cette espèce ressemble par ses proportions, et quelquefois par sa forme, au *F. granulosus;* mais elle s'en distingue facilement par ses stries lisses et l'absence de plis à la columelle. Elle diffère encore du *F. aciculatus* par le nombre et la disposition des côtes longitudinales. Longueur, 24 millim.; largeur, 5 millim. et demi.

110. Fusus aciculatus, Lamk., *Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 136. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, pl. LXXI, fig. 7, 8.

Localités : Bos d'Arros; Grignon; Barton, près Londres.

Nous ne possédons qu'une seule coquille que nous puissions rapporter à cette espèce, encore est-elle incomplète.

111. Fusus intortus, Lamk., *Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 136. — Desh., *Id.*, vol. II, pl. LXIII, fig. 4, 5, 10, 11, 14, 15.

Localités: Grignon; Cuise-la-Motte.

Var. *F.* Nob. *Testâ elatiore ; spirâ hexagonâ ; costis eminentioribus ; striis transversis regularibus ; ultimo anfractu magis inflato ; columellâ plicatâ.*

Localité : Bos d'Arros.

La variété que nous avons faite est plus large que l'espèce type, ses côtes sont plus fortes ; sa columelle présente la trace de deux plis qui se voient aussi dans les variétés des environs de Paris. Les stries transverses sont régulières et très nettes sur la spire ; elles sont obsolètes sur le milieu du dernier tour qui est plus ventru que dans les autres variétés. Cette coquille se rapproche beaucoup de la variété de Cuise-la-Motte.

112. Fusus ovatus, Nob., pl. XVII, fig. 12. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

F. testâ ovato-fusiformi ; anfractibus convexiusculis sexcostatis, transversìmque irregulariter striatis ; costis latis, obtusis, longitudinalibus et obliquis ; ultimo anfractu spirâ longiore, canali longo, obliquo, contorto, terminato ; aperturâ ovatâ ; columellâ plicatâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille est ovale, fusiforme ; elle présente des côtes longitudinales obliques, qui sont disposées en spirale, comme dans le *F. obliquatus ;* ces côtes sont au nombre de six ; sa spire est très aiguë ; elle est composée de neuf tours convexes; les trois premiers sont lisses; les autres sont ornées de stries d'accroissement très fines, traversées par des stries transverses fines, irrégulières, assez rapprochées. Le dernier tour est renflé et strié sur toute sa surface; il est terminé par un canal assez long, un peu oblique et légèrement contourné. L'ouverture est ovale-oblongue ; la columelle est arrondie et munie de plusieurs plis obliques qui ne se voient pas toujours facilement; le bord gauche est mince et appliqué. Longueur, 20 millim.; largeur, 9 millim.

113. Fusus Millardi, Nob., pl. XVII, fig. 13, *a.* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

F. testâ elongato-fusiformi, longitudinaliter costatâ transversìm striatâ; striis irregularibus,

ultimo anfractu spirâ breviore, canali brevi, sub-recto, terminato; aperturâ ovatâ; columellâ brevi, arcuatâ, plicatâ; labro incrassato, intùs dentato.

Localité : Bos d'Arros.

Ce Fuseau est allongé, fusiforme; sa spire est pointue, composée de neuf à dix tours striés transversalement et pourvus chacun de sept côtes longitudinales, faisant suite à celles du tour précédent. Les stries sont de diverses grosseurs; il y en a trois ou quatre assez fortes, et d'autres plus fines qui viennent s'intercaler parmi les premières. Le dernier tour est terminé par un canal court très peu relevé sur le dos et s'infléchissant à peine à gauche. L'ouverture est ovale-oblongue; le bord gauche est mince et un peu relevé; il possède plusieurs plis vers sa base et un seul à sa partie supérieure; le bord droit est épais et muni de six à huit dents. Cette espèce est voisine du *F. excisus*, dont elle diffère surtout par le rapprochement de ses côtes longitudinales et par les proportions relatives de la spire et du dernier tour; la brièveté du dernier tour donne même au *F. Millardi* l'apparence d'une Colombelle. Longueur, 15 millim.; largeur, 6 millim. Nous dédions avec plaisir cette espèce à notre ami M. Millard, membre de la Société géologique.

114. Columbella submarginata, Nob., pl. XVI, fig. 12, *a*. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

C. testâ ovato-fusiformi; anfractibus convexiusculis, primis lævigatis, alteris supernè striatis; ultimo anfractu spirâ breviore, penè totâ superficie striato, canali brevi obliquo terminato; aperturâ ovato-oblongâ; columellâ tri-seu-quadriplicatâ; labro varice incrassato, intùs dentato.

Localité : Bos d'Arros.

Le genre Colombelle n'était connu jusqu'à présent que pour avoir vécu postérieurement au terrain éocène; sa présence à Bos d'Arros est donc un fait nouveau en faveur de l'opinion qui consiste à considérer le terrain qui nous occupe comme étant de formation tertiaire.

La *C. submarginata* vient se placer parmi les Colombelles qui sont faiblement canaliculées et dont la coquille se rapproche de celle de certains Fuseaux : c'est une coquille allongée, fusiforme, ayant le dernier tour plus court que la spire. Cette spire a dix tours, les quatre premiers sont lisses; les autres sont bordés supérieurement d'abord par une strie, puis ensuite, par plusieurs. Le dernier tour se termine par un canal un peu relevé, s'infléchissant légèrement à gauche, et faiblement échancré; il est pourvu de stries fines, d'inégale grosseur, excepté sur la partie la plus ventrue, qui est lisse ou presque lisse. L'ouverture est ovale, la columelle arrondie, épaisse; le bord gauche, qui est mince et appliqué, possède trois à quatre plis; le bord droit est renflé et muni intérieurement de dix à onze plis bien marqués. Cette Colombelle est assez fréquente. Longueur, 18 millim.; largeur, 7 millim.

115. Columbella cincta, Nob., pl. XVI, fig. 13, *a*.

(*C. filosa*, Nob., *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

C. testâ ovato-fusiformi; ultimo anfractu tàm longo quàm spirâ; anfractibus convexiusculis, primis lævigatis, alteris supernè striatis, tribus ultimis striis æqualibus, distantibus instructis; aperturâ ovato-oblongâ; columellâ triplicatâ; labro varice incrassato, intùs dentato.

Localité : Bos d'Arros.

Cette espèce a de grandes analogies avec la précédente; elle est ovale, fusiforme, un peu ventrue, et la longueur du dernier tour dépasse fort peu celle de la spire. Cette spire est composée de huit tours, les trois premiers sont lisses, les deux suivants présentent sous la suture deux stries fines, et les autres sont pourvus sur toute leur surface de cinq stries fines, également distantes. Le dernier tour a ses stries inégalement distantes; celles qui sont sur la partie déclive sont plus espacées, et celles qui se

trouvent sur l'extrémité sont plus fines et plus serrées. Le canal se relève postérieurement en s'infléchissant un peu à gauche ; son échancrure est faible. L'ouverture est ovale-oblongue ; la columelle est arrondie, assez épaisse. Le bord gauche est mince et appliqué ; il est muni de trois plis transverses ; le bord droit est épaissi, il est pourvu d'une varice qui remonte un peu sur le tour précédent, et il possède intérieurement six plis bien marqués et plusieurs petits plis à la base de ceux-ci. Cette Colombelle, qui paraît assez rare, a 13 millim. 1/2 de long sur 6 1/2 de large. Nous avons changé le nom de *filosa*, donné par M. Dujardin à une Colombelle de la Touraine.

116. Murex trigonus, Nob., pl. XVII, fig. 17, *a*. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

M. testâ ovatâ, subtrigonâ, utrinque attenuatâ, transversìm sulcatâ, trifariàm varicosâ; varicibus dentato-crispis; anfractibus convexiusculis plurimis plicis longitudinalibus inter varices instructis; ultimo anfractu spirâ longiore, canali subrecto terminato; aperturâ ovatâ; labro incrassato intùs dentato.

Localité : Bos d'Arros.

Ce rocher est ovale et subtrigone ; sa spire est composée d'environ neuf tours convexes, qui sont ornés de stries transverses égales, minces et assez distantes. Ces stries sont traversées par trois varices lamelliformes, très minces, se terminant à la partie supérieure de chaque tour par une épine très comprimée ; ces varices sont quelquefois alignées, et l'on voit entre elles plusieurs rides longitudinales peu prononcées. Le dernier tour est terminé par un canal qui s'infléchit seulement à gauche. L'ouverture est ovale ; la columelle est arrondie, le bord gauche qui l'accompagne est très mince, il est légèrement relevé, et rétrécit l'ouverture du canal terminal ; le bord droit est bordé par une varice squameuse, et il possède intérieurement neuf à dix dentelures. C'est avec le *M. tricarinatus* que cette espèce a le plus de ressemblance. Nos individus ont neuf tours de spire ; ils sont longs de 18 millim. et larges de 9 millim. 1/2.

117. Murex septemcostatus, Nob., pl. XVII, fig. 18, *a*. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

M. testâ ovato-turritâ, sublævigatâ, subseptifariàm varicosâ; spirâ ultimo anfractu breviore; anfractibus in medio angulosis, varicibus angustis, depressis, anticè spinosis, instructis; aperturâ ovatâ; labro incrassato, intùs dentato.

Localités : Bos d'Arros.

Cette espèce est ovale et presque lisse ; la spire est composée d'environ huit tours ; ces tours sont anguleux et se terminent supérieurement par une rampe, qui remonte en spirale jusqu'au sommet de la coquille ; ils possèdent des varices minces, non dentées, qui sont anguleuses sur leur milieu qu'elles ne dépassent guère. Ces varices varient en nombre suivant l'âge ; très nombreuses lorsque la coquille est jeune, elles se réduisent à sept environ lorsqu'elle est parvenue à l'état adulte. Le dernier tour est plus long que la spire, et se termine à la base par un canal court et presque droit ; la columelle est peu arquée ; le bord gauche est mince et un peu relevé ; le bord droit est bordé extérieurement par une varice, et il est muni d'environ six dentelures, depuis le bord externe de la rampe jusqu'au commencement du canal. L'ouverture est petite et ovale. Longueur, 10 millim 1/2 ; largeur, 5 millim.

118. Murex Geoffroyi, Nob., pl. XVII, fig. 19, *a* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

M. testâ ovato-subfusiformi, utrinque attenuatâ, lævigatâ, novemfariàm varicosâ; varicibus rotundatis; anfractibus convexiusculis, ultimo spirâ longiore, canali lato terminato; aperturâ ovato-oblongâ, angustâ; columellâ subplicatâ; labro intùs unidentato.

Localité : Bos d'Arros.

Le seul individu que nous possédions est ovale, subfusiforme, ayant une spire aiguë, composée de sept tours subconvexes, pourvus d'environ neuf varices; ces varices sont arrondies et lisses comme le reste de la coquille. Le dernier tour est plus long que la spire et terminé par un canal assez large, qui se relève légèrement en dessus en s'infléchissant très peu à gauche. L'ouverture est ovale-oblongue; le bord gauche est mince, il est appliqué et se relève sur le côté du canal; il est muni d'un bourrelet biplissé; le bord droit est épais et unidenté vers le milieu de l'ouverture. Longueur 8 millim.; largeur, 4 millim. Nous dédions cette espèce à M. E. Geoffroy Saint-Hilaire.

119. MUREX SPINULOSUS, Desh., pl. XVII, fig. 14, 15, *a*, 16, *a*. (*Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, pl. LXXXI, fig. 13, 14, 15.)

Localités : Senlis (sables de Beauchamp).

Var. *A*. Nob. *Testâ angustiore; ultimo anfractu spirâ longiore, sub-septifariàm varicosâ; varicibus spinâ longiore supernè terminatis.*

Var. *B*. Nob. *Testâ angustiore, sub-trifariàm varicosâ, ultimo anfractu spirâ longiore, varicibus spinâ longiore supernè terminatis.*

Localité : Bos d'Arros.

Ces deux variétés sont plus étroites que l'espèce-type, et leur dernier tour est plus long que la spire; mais leurs varices sont pourvues supérieurement d'une épine plus longue, et varient en nombre. Nous comprenons dans la variété *A* les individus qui ont environ sept varices, et nous avons fait la variété *B* pour un individu encore plus étroit que la variété *A*, et dont le dernier tour ne possède environ que trois varices. Les figures 15 et 15 *a* représentent une petite coquille que nous pouvons considérer comme un jeune individu de la variété *A* du *M. spinulosus.*

120. MUREX NYSTI, Nob., pl. XVII, fig. 20, *a*.

M, testâ ovato-oblongâ, multivaricosâ; anfractibus supernè subplanis; varicibus crebris, crispissimis; ultimo anfractu tàm longo quàm spirâ, canali obliquo terminato; aperturâ ovatâ; columellâ lævigatâ; labro intùs dentato.

Localité : Bos d'Arros.

Le seul individu que nous allons décrire est de si petite taille, que nous devons le regarder comme appartenant au jeune âge de cette espèce; il est ovale-oblong, à spire aiguë composée de six tours; les deux premiers forment un petit bouton lisse; les quatre autres sont terminés supérieurement par une petite rampe en spirale; ils sont pourvus de varices lamelliformes, relevées et finement plissées sur leur bord; ces varices, moins nombreuses sur le dernier tour, y sont encore au nombre de treize. Le dernier tour est aussi grand que la spire; il est terminé par un canal court se relevant un peu sur le dos en s'infléchissant à gauche; l'ouverture est ovale-oblongue; la columelle est arrondie et lisse; le bord droit présente quelques dentelures. Longueur, 4 milim.; largeur, 2 millim. 1/4.

121. MUREX FISTULOSUS, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, vol. II, p. 394, pl. VII, fig. 12, *a*, *b*, *c*. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, pl. LXXX, fig. 1, 2, 3.

Localités : Bos d'Arros; env. de Paris (calc. gross.); Dax; Barton, près de Londres; Plaisantin; Méditerranée.

122. TRITON NODULARIUM, Lamk., pl. XVIII, fig. 2, *a*, 3, *a*.

T. nodularium, Lamk., *Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 577. — Desh., *Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. 613, pl. LXXX, fig. 39, 40.

Localités : Bos d'Arros ; Grignon ; Barton, près de Londres.
Var. *A*. Nob., *Testâ striis transversis inæqualibus instructâ.*
Localité : Bos d'Arros.

L'espèce-type que nous possédons a les stries transverses inférieures plus petites et celles supérieures plus fortes ; sa columelle est pourvue de rides transverses, depuis le milieu de l'ouverture jusqu'à la base. Dans notre variété, les stries transverses sont irrégulières ; ainsi, l'on peut très bien voir dans la fig. 3 *a*, deux stries tuberculeuses très fortes, et, entre elles, une strie assez faible et fort peu tuberculeuse ; les autres caractères sont à peu près les mêmes que pour l'espèce-type.

123. TRITON TURRICULATUM ? Desh. (*Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. 608, pl. LXXX, fig. 7, 8, 9), pl. XVIII, fig. 5.

Localités : Bos d'Arros ; Grignon.

Nous rapportons avec doute à cette espèce une coquille qui s'en rapproche beaucoup, et dont le mauvais état nous empêche d'assurer l'identité complète.

124. TRITON SPINOSUM, Nob. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204), pl. XVIII, fig. 1.

T. testâ ovato-oblongâ, transversim tenuè striatâ, apice mucrone conico, transversè striato terminatâ ; anfractibus primis non costulatis ; alteris costato-nodosis, in medio angulatis ; aperturâ ovatâ...
Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille est ovale-oblongue, à spire aiguë ; cette spire possède huit tours ; les cinq premiers sont un peu renflés et ornés de stries transverses et longitudinales excessivement fines ; les trois autres ont des stries transverses plus fortes, traversées par des côtes longitudinales, au nombre de neuf, qui sont anguleuses vers la partie médiane, et y forment une espèce de carène. Le dernier tour, qui est presque aussi grand que la spire, possède deux carènes médianes ; il est terminé par un canal court, qui se relève postérieurement en s'infléchissant à gauche ; il doit porter deux varices, celle de l'ouverture que nous ne connaissons pas et celle qui lui est opposée. La bouche de notre individu étant incomplète, nous ne pouvons qu'en mentionner la forme qui est ovale.

125. TRITON DELAFOSSEI, Nob., pl. XVIII, fig. 4.

T. testâ ovatâ, subglobulosâ, mucronatâ ; mucrone transversìm striatâ ; spirâ ultimo anfractu minore ; anfractibus ultimis longitudinaliter transversèque costatis costis tuberculosis ; columellâ infernè plicatâ ; labro dextro intùs octodentato.
Localité : Bos d'Arros.

Ce Triton est ovale, subglobuleux ; sa spire est composée d'environ huit tours ; les cinq premiers sont renflés et ornés de stries fines transverses ; les autres sont pourvus de côtes longitudinales et transverses, dont l'intersection est tuberculeuse, et, entre ces côtes, il y a un entrecroisement très serré de stries transverses et longitudinales ; ce sont les côtes longitudinales qui sont les plus apparentes, et elles sont plus espacées que dans le *T. nodularium*, dont le *T. Delafossei* est très voisin.

Le dernier tour est plus grand que la spire; il est terminé par un canal court relevé en dessous et s'infléchissant légèrement à gauche. La columelle est garnie inférieurement de quelques rides transverses, et le bord droit possède intérieurement huit tubercules. Longueur, 11 millim. ; largeur, 6 millim. 1/2.

126. ROSTELLARIA MAXIMA, Nob., pl. XVIII, fig. 6.

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

R. testâ maximâ, fusiformi, turritâ, crassissimâ; anfractibus convexiusculis ; primis striis transversis costisque longitudinalibus ornatis, varicibus sub-oppositis munitis ; alteris lævigatis ; aperturâ supernè canaliculatâ; margine sinistro calloso.

Localité : Bos d'Arros.

Cette Rostellaire est la plus grande de cette localité; malheureusement, notre exemplaire étant mutilé, nous ne pouvons qu'en donner une description imparfaite. C'est une coquille fusiforme, épaisse, lisse, à l'exception des douze premiers tours de spire qui sont pourvus de stries transverses et de plis longitudinaux. Chacun de ces tours a deux varices sub-opposées. L'ouverture est ovale, et se prolonge supérieurement en un canal court sur le tour précédent; la columelle est arrondie, épaissie par le bord gauche ; ce bord gauche offre une callosité oblique qui semble se prolonger longitudinalement pour garnir le canal supérieur. Le bord droit est garni extérieurement d'un bourrelet aplati. La *R. maxima* doit avoir quelques rapports avec la *R. curvirostris;* cependant, il ne serait pas impossible qu'elle appartînt au genre Strombe. Cette espèce doit avoir environ 13 centim. de longueur sur 5 de largeur.

M. Hébert a eu l'obligeance de nous communiquer une coquille qu'il a recueillie à Auvers, et qui a de très grands rapports avec la *R. maxima.*

127. ROSTELLARIA LEJEUNII, Nob., pl. XVIII, fig. 7, *a.*

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

R. testâ turritâ, apice mucrone conico, lævigato, terminatâ, longitudinaliter sub-anguloso-costatâ, striis transversis ornatâ ; ultimo anfractu dorso costâ majore instructo, aperturâ...

Localité : Bos d'Arros.

Cette espèce a de grands rapports avec le *Strombus callosus* de M. Deshayes. Nous en eussions fait un Strombe si la columelle avait été plus calleuse, et nous eussions alors suivi le sentiment de M. Deshayes lorsqu'il fit son espèce. Cette Rostellaire est fusiforme, turriculée, à spire composée de treize tours. Les cinq premiers sont lisses; les autres sont ornés de stries transverses fines, et de cinq à sept côtes longitudinales qui deviennent sub-anguleuses sur les derniers tours. Le dernier tour a quelques côtes très peu sensibles, et une seule, beaucoup plus saillante que toutes les autres, est opposée à l'ouverture, comme dans le *Strombus callosus.* L'ouverture est allongée; le bord gauche est appliqué sur la columelle et y ajoute une faible épaisseur; le bord droit est toujours mutilé. Cette coquille est longue de 36 millim. et large de 15 millim. Nous la dédions à notre ami M. Lejeune, à qui nous sommes redevable des fossiles si intéressants de Bos d'Arros.

128. ROSTELLARIA HUPEI, Nob., pl. XVIII, fig. 9, *a.*

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

R. testâ turritâ, apice mucrone lævigato terminatâ; anfractibus convexiusculis transversè striatis, unâ vel plurimis varicibus interdùm instructis; ultimo anfractu supernè sub-angulato; labro

crasso, marginato, supernè dorso inflexo; aperturâ supernè infernèque canali brevi terminatâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette Rostellaire est allongée, fusiforme, turriculée, à spire aiguë composée de dix tours; les six premiers sont lisses; les autres sont pourvus de stries d'accroissement très fines que traversent environ huit stries fines et serrées. La première strie transverse est plus prononcée et un peu plus écartée des autres; au dernier tour, elle est suivie d'une concavité dans tout son pourtour; le dernier tour est presque aussi grand que la spire, et terminé par un canal court s'infléchissant à droite. L'ouverture est ovale, oblongue; son extrémité supérieure se prolonge en un canal également court dans une callosité joignant les deux bords, et qui s'étend un peu sur le tour précédent; la columelle est arrondie, arquée; le bord gauche est mince, un peu calleux supérieurement; le bord droit est un peu dilaté et épaissi sur son bord; il possède un sinus près de l'extrémité du canal, et un autre assez large et peu profond, qui résulte de l'inflexion dorsale de la lèvre à cet endroit, et qui correspond à la surface concave du dernier tour. La fig. 9 *a* représente à tort la partie supérieure du bord droit comme laciniée; cette partie présente seulement quelques crénelures résultant de stries transverses qui se terminent brusquement à une surface lisse et brillante. Dans quelques individus, l'on voit plusieurs varices alternes dont le nombre est variable; d'autres en ont une seule, et d'autres enfin n'en présentent aucune. Cette coquille est longue de 17 millim. et large de 6 millim. 1/2.

Nous la dédions à M. Hupé, conchyliologiste, attaché au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

129. ROSTELLARIA SPIRATA, Nob., pl XVIII, fig. 8, *a*, *b*.

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

R. testâ elongato-angustâ, longitudinaliter tenuè striatâ; anfractibus primis convexis, striis granulosis instructis; alteris infernè angulosis, striis sublævigatis munitis; aperturâ...

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille, dont nous ne connaissons pas l'ouverture, nous a embarrassé pendant quelque temps; ses stries d'accroissement semblaient la rapprocher des Pleurotomes, lorsque nous les trouvions trop courbes pour la placer parmi les Fuseaux; enfin, ayant remarqué sur l'un de nos individus que l'ouverture devait se prolonger un peu sur le tour précédent, et trouvant quelque analogie de forme entre cette espèce et la *R. Hupei*, nous avons cru devoir en faire une Rostellaire, jusqu'à ce qu'une découverte plus heureuse vienne décider la question.

Cette espèce est allongée; sa spire est aiguë et composée d'environ treize tours; sa surface est ornée de stries longitudinales très fines et légèrement courbes; elles sont traversées par des stries d'une égale grosseur, excepté sur les trois premiers tours, qui sont lisses. Ces stries sont d'abord au nombre de cinq, puis ensuite au nombre de six; elles sont granuleuses sur les premiers tours. Lorsque les tours deviennent plus grands, ils s'abaissent verticalement et se terminent obliquement à la partie supérieure. Le côté vertical possède quatre ou cinq stries transverses; celle qui forme l'angle supérieur et la quatrième sont plus fortes que les autres; la première reste souvent granuleuse jusqu'au dernier tour; le côté oblique offre deux stries fines et granuleuses. Le dernier tour, que nous ne possédons pas complet, nous présente quelques renflements à sa partie supérieure, du côté opposé à l'ouverture (fig. 8 *a*); la fig. 8 *b* montre parfaitement la courbure des stries longitudinales et les différentes grosseurs des stries transverses.

130. Rostellaria fissurella. Lamk. (*Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 194).

Var. *Rimosa.* Sow. (*Mineral conch.*, pl. XCI, fig. 1, 2, 3.)
Localités : Bos d'Arros ; Grignon ; Valognes ; Barton, près de Londres ; Belgique.

Nous possédons un seul individu de cette espèce, et nous le rapportons à la *R. rimosa*, Sow., que nous ne considérons pas comme complétement identique avec la *R. fissurella*, mais comme assez voisine pour en faire une variété. Nous distinguons cette variété par ses plis longitudinaux, qui sont plus serrés que dans l'espèce-type, et par ses stries transverses et fines, qui sont constantes et régulières sur tous les tours de spire.

131. Mitra cincta, Nob. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, pl. XVIII, fig. 10, *a.*

M. testâ elongatâ, fusiformi, acutâ; anfractibus convexiusculis transversè striatis; striis supernis magis profundis, alteris tenuibus ; aperturâ angustâ ; columellâ quadriplicatâ ; plicis inœqualibus.
Localité : Bos d'Arros.

Cette espèce a la forme de certains Pleurotomes coniformes, bien qu'elle s'en distingue aisément ; cette analogie existe aussi chez certaines mitres du terrain miocène. C'est une coquille fusiforme, allongée, à spire aiguë composée de dix tours sub-convexes. Ces tours sont striés transversalement ; les stries sont plus marquées à leur partie supérieure ; chez quelques individus, elles disparaissent à la partie inférieure des tours de spire, ainsi que sur le dernier tour ; chez d'autres, au contraire, elles couvrent toute la surface. Le dernier tour est beaucoup plus grand que la spire, et se termine par un canal assez long et large. L'ouverture est ovale, étroite ; la columelle est munie de quatre plis, le supérieur, plus fort et distancé des trois suivants qui sont presque égaux et équidistants. Nous croyons qu'on pourrait faire deux variétés de cette espèce ; l'une dont les stries n'existent pas sur la partie inférieure des tours de spire, ainsi que sur le milieu du dernier tour ; l'autre qui est sensiblement striée sur toute sa surface, comme l'indique la fig. 10 *a.* Les individus qu'on peut placer entre ces deux extrêmes se rencontrent plus fréquemment. Longueur, 35 millim.; largeur, 10 millim. 1/2.

132. Mitra Thorenti, Nob. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204, pl. XVIII, fig. 11.)

M. testâ ovato-turritâ, costis longitudinalibus, crebris, non obliquis, ornatâ; anfractibus convexiusculis, ultimo spirâ longiore ; columellâ quadriplicatâ; plicis subæqualibus.
Localité : Bos d'Arros.

Cette espèce a des rapports avec la *M. costulata*, Desh.; mais elle s'en distingue par sa forme ovale et par ses plis longitudinaux non obliques. Elle se rapproche aussi de certaines mitres de Tortone, dont elle diffère par son dernier tour plus grand que la spire et par sa columelle. Cette columelle est garnie seulement de quatre plis qui sont presque d'égale grosseur. Nous nous bornons à cette description, vu le mauvais état de notre échantillon que la figure représente aussi bien qu'on peut le désirer.

133. Mitra Delbosii, Nob. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204), pl. XVIII, fig 12, *a.*

M. testâ ovato-turritâ; anfractibus convexiusculis, striis obsoletis longitudinaliter instructis; ultimo anfractu spirâ longiore, canali brevi, subrecto, basi transversè striato, terminato ; aperturâ elongatâ; columellâ subquinqueplicatâ.
Localité : Bos d'Arros.

Cette mitre est ovale, turriculée, à spire composée de dix tours un peu convexes ; ces tours sont ornés de plis longitudinaux fins qui sont un peu obsolètes, surtout sur la partie ventrue du dernier

tour, au point de disparaître presque complétement dans quelques individus. Le dernier tour est beaucoup plus grand que la spire; il se termine par un canal assez long, presque droit, et il est orné de stries transverses depuis le milieu jusqu'à la base. L'ouverture est ovale, allongée; la columelle est arrondie et munie de cinq plis équidistants, diminuant progressivement de grosseur. Cette coquille est assez voisine de la *M. scalarina*, d'Arch., bien qu'elle s'en distingue facilement par l'absence de tubercules à la partie supérieure des tours de spire. Cette coquille a 15 millim. de long sur 6 millim. de large.

134. Mitra fusellina, Lamk. (*Anim. sans vert.*, vol. VII, p. 326), et Desh. (*Descript. des coq. foss. des env. de Paris*, vol. II, p. 667, pl. LXXXIX, fig. 18, 19, 20.

Localités : Bos d'Arros; Grignon.

135. Mitra Agassizii, Nob. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204), pl. XVIII, fig. 13, *a.*

M. testâ ovato-fusiformi, costulis longitudinalibus striisque transversis decussatâ; anfractibus convexiusculis, ultimo spirâ breviore, canali brevi terminato; columellâ quadriplicatâ.

Localité : Bos d'Arros.

Cette Mitre est ovale, fusiforme; sa spire est composée de six tours; elle est striée transversalement et pourvue de côtes longitudinales. Les stries sont au nombre de cinq sur les tours supérieurs, et les côtes longitudinales, qui sont nombreuses, se terminent à la partie inférieure du dernier tour. L'intersection des stries et des côtes forme des granulations, qui sont surtout plus fortes sur la deuxième strie ainsi que sur la quatrième. L'ouverture est ovale, étroite; la columelle est assez épaisse; elle est garnie de quatre plis; le bord gauche est mince et appliqué exactement sur la columelle; le bord droit nous est inconnu. Longueur, 6 millim. 1/2; largeur, 3 millim.

136. Voluta Prevosti. Nob., pl. XVIII, fig. 14.
(*Mitra Prevosti*, Nob. *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

V. testâ ovato-fusiformi; anfractibus convexiusculis supernè striatis, costis crassis et plicis longitudinalibus instructis; ultimo anfractu non costato et supernè rotundato; aperturâ elongato-angustâ; columellâ multiplicatâ, plicis medianis maximis.

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille est turriculée, ovale, présentant des stries d'accroissement nombreuses et serrées. Sa spire a dix tours qui sont ornés à leur partie supérieure de stries transverses un peu plus fortes que les précédentes; ce dernier n'en possède que sur une longueur égale à celle du tour précédent. Ce tour et l'avant-dernier sont légèrement bordés; l'ouverture est allongée, étroite; elle se prolonge supérieurement en un canal court situé dans la callosité du bord gauche; la columelle est épaisse, tordue à sa partie inférieure, et elle se relève postérieurement en s'infléchissant à gauche; elle est munie de trois plis presque égaux placés entre des plis rudimentaires; le bord droit est épais, mais tranchant à sa naissance.

Cette espèce est du nombre de celles qui jettent dans l'indécision. Doit-on la mettre parmi les Mitres ou bien parmi les Volutes? Ainsi la *V. musicalis* pourrait bien n'être pas une Volute, car quelques individus présentent des plis tout à fait disposés comme ceux des Mitres. Nous avions tranché la question en plaçant cette coquille parmi les Mitres, parce qu'elle a la forme générale de plusieurs espèces de ce genre; mais ensuite nous l'avons rapportée au genre Volute, en remarquant que ses plis sont analogues à ceux de la *V. Deshayesiana*, et il ne serait même pas impossible qu'elle fût un individu de grande taille de la var. *A* de cette dernière espèce.

Cette coquille a 72 millim. de long sur 32 millim. de large.

137. Voluta ambigua, Lamk. Var. *A*, Nob., pl. XVIII, fig. 15; var. *B*, Nob., fig. 16.

Var. *A*. Nob. *Testâ regulariter transversìm striatâ, anfractibus supernè convexis.*
Localités : Bos d'Arros; Barton, près de Londres.
Var. *B*. Nob. *Testâ sulcis transversis majoribus ; ultimo anfractu supernè angulato ; angulo duplici denticulato.*
Localité : Bos d'Arros.

Nous considérons comme une variété *A* de la *V. ambigua* une coquille, qui en diffère seulement par la présence de stries transverses fines qui ornent toute sa surface, et par les sillons de la partie supérieure, qui sont moins gros et rendent cette partie plus régulièrement convexe. La variété *B* est, au contraire, pourvue de sillons transverses plus forts; elle possède aussi des stries d'accroissement très visibles, et les tubercules situés à la partie supérieure des sutures sont rendus bifides par la présence d'un sillon transversal; toutefois, les tubercules sont simples chez les jeunes individus de cette variété. La figure 16 (pl. XVIII) ne représente pas les caractères ci-dessus indiqués, puisqu'elle montre de l'uniformité entre tous les sillons transverses. Cette espèce se trouve également dans le département de l'Aude et à Valognes.

138. Voluta Deshayesiana, Nob., pl. XVIII, fig. 17, *a*, 18, 19.

(*V. striatula*, Nob., *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

V. testâ ovato-fusiformi, striis transversis et costis longitudinalibus, subangulosis instructâ; costis simplicibus, angustis; anfractibus convexiusculis, ultimo spirâ longiore, basi contorto; aperturâ angustâ; columellâ sex ad octoplicatâ, quatuor plicis inferioribus majoribus.
Var. *A*. Nob. *Testâ eâdem longitudine, costis convexiusculis.*
Var. *B*. Nob. *Testâ breviore, costis angulosis.*
Localité : Bos d'Arros.

Ces Volutes sont voisines, par leur forme générale, des *V. muricina*, *costaria* et *torulosa*; mais elles s'en distinguent fort bien par la présence de stries transverses qui ornent toute la surface, ainsi que par la disposition des plis de la columelle. La *V. Deshayesiana* est une coquille ovale, à spire aiguë, composée de dix tours subconvexes; les trois premiers sont lisses; les autres sont ornés de stries transverses fines et serrées, et pourvus de sept à neuf côtes longitudinales. Le dernier tour est un peu plus long que la spire. L'ouverture est allongée, étroite. La columelle est tordue inférieurement; elle est garnie de six à huit plis; les quatre inférieurs sont les plus gros; les supérieurs sont au nombre de deux à trois, le plus souvent trois, et quelquefois le troisième est double. Le bord gauche est lisse et brillant; le bord droit, mince et tranchant. L'espèce-type a ses côtes subanguleuses, dans la variété *A*, elles sont subconvexes, et la variété *B* est plus renflée et a ses côtes anguleuses. L'espèce type et la variété *A* ont environ 32 millim. de long sur 13 millim. de large. La variété *B* est longue de 30 millim. et large de 14 millim. 1/2.

Nous avons dû changer le nom de *V. striatula*, qui avait été donné par Brocchi à une coquille d'Italie, et nous dédions cette belle espèce au savant auteur de la *Description des coquilles fossiles des environs de Paris.*

139. CYPRÆA KONINCKII, Nob., pl. XVIII, fig. 20, *a*, *b*.

(*C. Deshayesiana*, Nob., *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204.)

C. testâ ovato-oblongâ, anticè attenuatâ, posticè inflatâ, lævigatâ, infernè subplanâ et margine carinatâ; spirâ canali semi-circulari profundo marginatâ, aperturâ elongato-angustâ, subrectâ, posticè inflexâ; columellâ irregulariter plicatâ; labro regulariter plicato.

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille est ovale-oblongue, un peu plus renflée à la partie postérieure qu'à la partie antérieure, elle est lisse et brillante; elle est aplatie en dessus, carénée sur son pourtour, et la carène est surtout sensible aux deux extrémités de la coquille; sa spire est entourée d'un canal profond semi-circulaire. L'ouverture est allongée, étroite, à bords presque parallèles; elle se termine antérieurement par un canal droit, et elle s'infléchit à gauche à la partie postérieure. La columelle est garnie de plis irréguliers, ils sont plus gros et plus courts vers la partie antérieure, et ils sont tous transverses, à l'exception des deux placés près du canal antérieur, qui sont obliques et un peu plus espacés des autres. Le bord droit est pourvu de plis réguliers transverses. Cette coquille a 14 millim. de longueur, 8 millim. de large et 6 millim. 1/2 d'épaisseur. L'aplatissement spatuliforme de sa partie inférieure suffirait pour la faire reconnaître de toutes celles connues jusqu'à présent. Nous avons dû changer le nom de *Deshayesiana*, dont M. Gray s'est déjà servi, et nous avons un nouveau plaisir à dédier cette belle espèce au savant paléontologiste de la Belgique.

140. ANCILLARIA CONICA, Nob., pl. XVIII, fig. 21, *a*, et 22, *a*.

(*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér. vol. V, p. 204.)

A. testâ cylindraceâ, spirâ conicâ; labro dextro columellæ canali disjuncto; aperturâ elongatâ acutâ; columellâ callosâ; varice simplice, obliquo, sex vel septem striis munito.

Var. *A.* Nob. *Testâ ovatâ, aperturâ minore.*

Localité : Bos d'Arros.

Cette coquille a de très grands rapports avec l'*A. canalifera*, dont elle diffère surtout par le bourrelet columellaire. Elle est subcylindrique et à spire courte et conique. Le bord gauche est recouvert par une callosité lisse et brillante, qui s'étend sur la lèvre droite et se continue sur tous les tours de spire; cette callosité est canaliculée à l'endroit de la suture. A la base de la coquille, il y a également une bande lisse, limitée sur la partie ventrue du dernier tour par un léger sillon, et séparé du bourrelet par un sillon plus profond. Cette bande lisse a aussi un sillon qui correspond au milieu de l'échancrure, et une gouttière entre ce dernier sillon et le sillon ventral. Tout le reste de la surface est orné de stries transverses fines et obsolètes. L'ouverture est allongée, élargie à la base. Le bourrelet columellaire est simple au lieu d'être divisé en deux parties par une gouttière, comme dans l'*A. canalifera;* il est oblique, sa longueur est égale au tiers de la coquille, et il est garni de six à sept stries fines. Longueur, 13 millim.; largeur, 5 millim. La variété *A* se rapproche par sa forme de l'*A. buccinoides;* comme cette espèce, elle est ovalaire et son ouverture n'est guère plus grande que la spire.

141. ANCILLARIA SPISSA, Nob., pl. XVIII, fig. 23, *a* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V p. 204).

A. testâ ovatâ; spirâ conicâ, acutâ, nitidâ; aperturâ spirâque longitudine æqualibus; columellâ callosâ, tenuistriatâ; varice columellari obliquo, quinque vel sex striis munito; labro crasso, margine acuto.

Localités : Bos d'Arros, Biaritz.

Cette espèce se rapproche des *A. dubia* et *olivula*, par sa forme et la dent de la lèvre droite; mais elle en diffère par sa columelle. C'est une coquille ovalaire, pointue au sommet; la spire est

recouverte d'une couche mince et brillante qui s'arrête sur le ventre de la coquille, où elle est limitée par un léger sillon. Ce sillon, qui se trouve effacé dans quelques individus, indique que la bande ventrale doit être elle-même lisse et un peu brillante, ce qui a lieu dans ce dernier cas. La partie lisse de la base est séparée de la bande ventrale par un léger sillon, et du bourrelet par un sillon plus profond; elle en possède encore deux autres, l'un qui correspond au milieu de l'échancrure, et l'autre qui aboutit à l'angle inférieur du bord droit. La bande ventrale présente des stries d'accroissement obsolètes, et elle est garnie d'un sillon près de sa base. Le bord gauche est muni d'une callosité qui a des stries fines régulières depuis le bourrelet jusque près du sommet de l'ouverture. Le bord droit est épais comme toute la coquille, mais tranchant sur le bord; il est pourvu d'une dent rudimentaire qui correspond à la jonction de la bande ventrale avec la partie lisse de la base, comme dans les *A. dubia* et *olivula*. Longueur, 14 millim. 1/2; largeur, 6 millim.

Nous possédons un jeune individu dont la bande ventrale est jaunâtre et bordée d'une raie brune qui se continue sur la spire.

142. Ancillaria nana, Nob., pl. XVIII, fig. 24, *a*. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. V, p. 204).

A. testâ parvâ, ovato-fusiformi; spirâ acutâ, nitidissimâ; aperturâ spirâ minore; columellâ callosâ; varice columellari obliquo, quinque vel sex striis munito.

Localité : Bos d'Arros.

Cette petite Ancillaire est allongée, fusiforme, à spire régulièrement conique, recouverte d'une couche mince et luisante. Cette couche s'arrête sur le ventre de la coquille, dont elle est séparée par un léger sillon; elle reparaît à la base, limitée par un même sillon qui la sépare de la partie ventrale, et par un autre assez profond qui la sépare dn bourrelet columellaire; cette partie est en outre pourvue d'un sillon qui correspond au milieu de l'échancrure, et d'un autre qui se trouve entre celui-ci et le sillon ventral. La bande qui est limitée sur le ventre par deux sillons est lisse : chez quelques individus qui ont conservé des traces de couleur, elle est d'une teinte jaunâtre et bordée d'une raie plus foncée qui se continue sur toute la spire. Le bord gauche est recouvert d'une callosité qui passe sur le bord droit; la lèvre droite est mince et tranchante, excepté dans l'endroit de sa jonction avec le bord gauche. L'ouverture est plus petite que la spire, et échancrée en gouttière peu profonde qui se prolonge dans la callosité. Le bourrelet columellaire est gros, tordu, et garni de cinq à six stries. Les plus grands individus sont longs de 9 millim. et larges de 3 millim. 1/4. On trouve dans les sables glauconifères de Cuise-la-Motte une petite Ancillaire qui se rapproche beaucoup de l'*A. nana*, et quî paraît appartenir au jeune âge d'une petite variété de l'*A. buccinoides;* néanmoins, notre espèce peut s'en distinguer par la constance de sa petite taille et de ses caractères.

143. Conus Rouaulti, d'Arch. (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. III, pl. XIII, fig. 22, *a*).
Localités : Bos d'Arros, Biaritz.

144. Conus, indét.

Localité : Bos d'Arros.
Ce cône est représenté seulement par le sommet de la spire.

FIN DU TROISIÈME VOLUME.

TABLE

DES MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

I. Recherches géologiques sur le Jura salinois, par M. Jules MARCOU. . . . . Page 1
II. Essai sur la distribution géographique et géologique des minéraux, des minerais et des roches sur le globe terrestre, avec des aperçus sur leur géogénie, par M. A. BOUÉ 153
III. Description des nouveaux fossiles microscopiques du terrain crétacé inférieur du département de la Haute-Marne, par M. J. CORNUEL. 241
IV. Description des Coquilles fossiles du calcaire lacustre de Rilly-la-Montagne, près Reims, par M. SAINT-ANGE DE BOISSY. 257
V. Description des terrains primaires et ignés du département du Var, par M. COQUAND. . . 289
VI. Description des fossiles du groupe nummulitique, recueillis par MM. S.-P. PRATT et J. DELBOS aux environs de Bayonne et de Dax, par M. A. d'ARCHIAC. 397
VII. Description des fossiles du terrain éocène des environs de Pau, par M. Alexandre ROUAULT. 457

FIN DE LA TABLE.

CARTE DES ENVIRONS DE SALINS

coloriée géologiquement

PAR

JULES MARCOU

Signes conventionnels pour la fig. 1.

- Faciès corallien
- Faciès à grandes Ostracées et Corbis
- Faciès à Myacées et Spatangoïdes
- Faciès de Charriage
- Etage Oolitique supérieur formant le rivage du bassin néocomien

Carte des différents faciès des marnes bleues ou d'Hauterive du bassin néocomien du val de Mièges — Fig. 1.

Echelle du 1/200 000

Coupe théorique Fig. 3.

Coupe de Rennes à la côte 260 — 1/40,000 Fig. 6

Coupe suivant AA du bassin néocomien du val de Mièges Fig. 2.

Indication des différentes couches pour la fig. 2.

- 1re Zone de Rudistes.
- Calcaire vert
- Marnes bleues d'Hauterive
- Calcaire jaune
- Limonite
- Marnes sans fossiles
- Etage Oolitique supérieur

Indication des différents terrains pour les fig. 3, 4 et 6 et pour la Planche II.

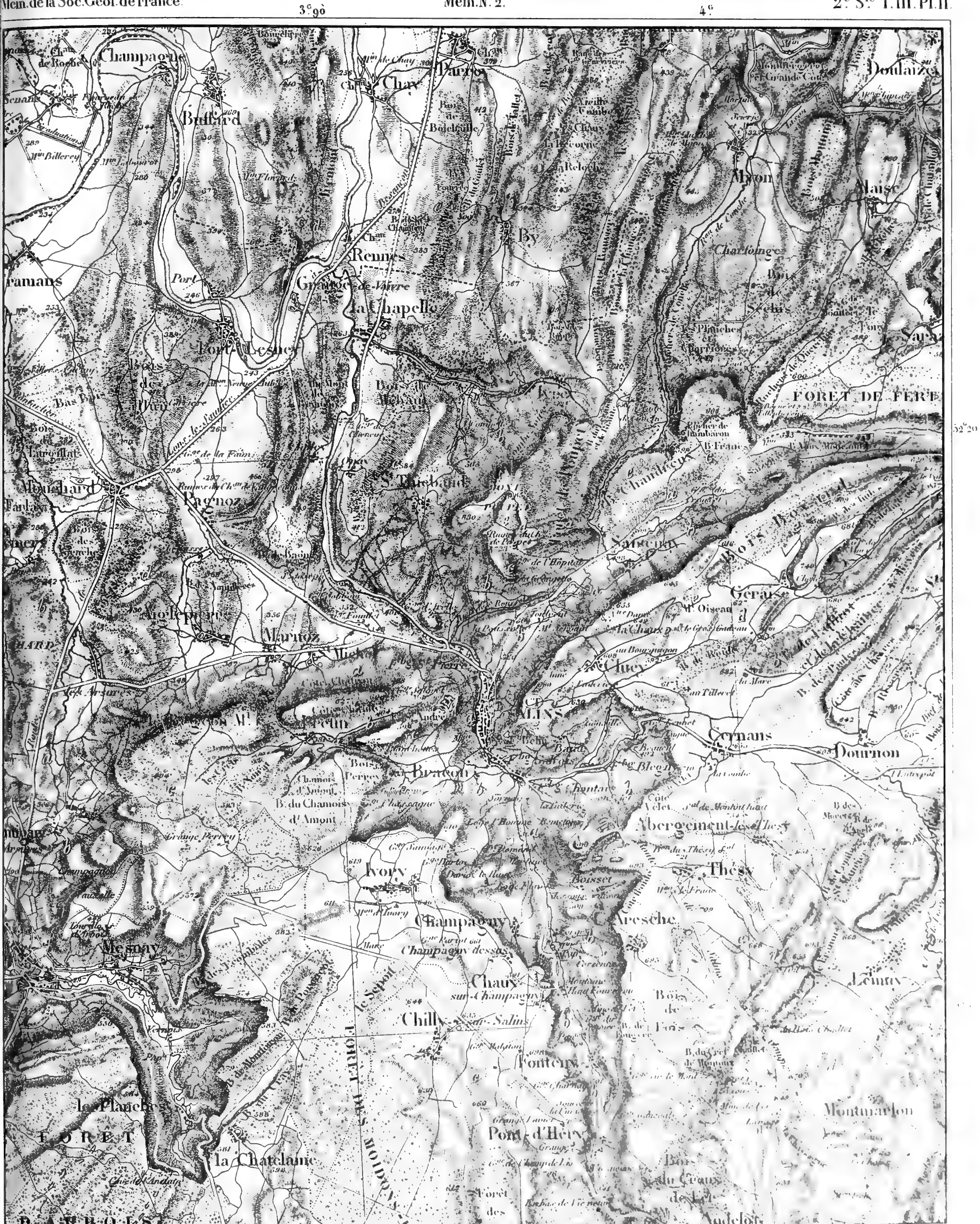
Les teintes et les lettres se rapportent à la Carte et aux Coupes, les signes aux Coupes seulement.

a	Keuper
b	Lias
c	Oolite inférieur
d	Oxfordien
e	Oolite supérieur
f	Alluvions de la Bresse

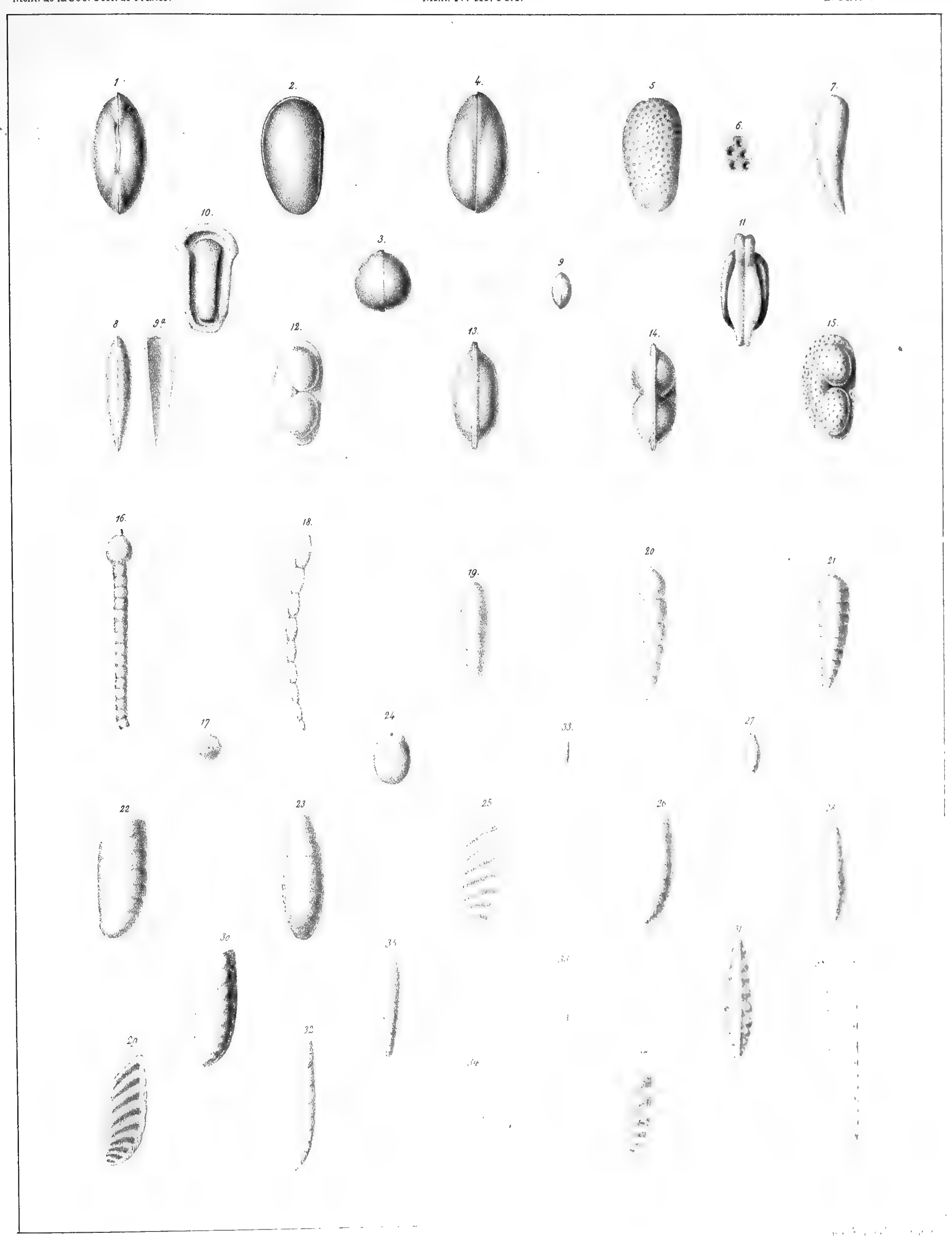
Coupe suivant la ligne A.B. de la carte du N.O. au S.E. Fig. 4.

Echelle (1/80 000) pour la Fig. 4 et la Pl. II.

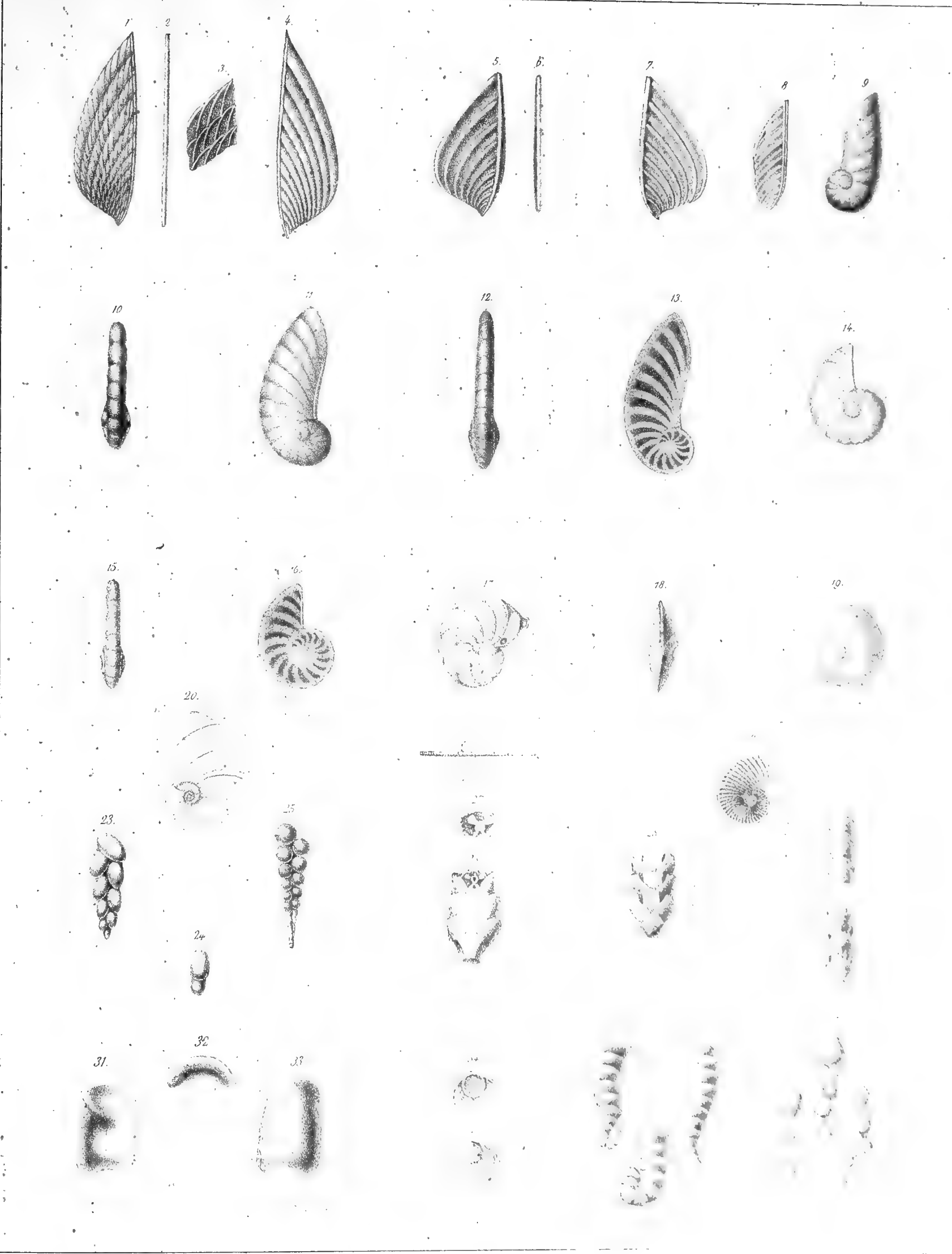
1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Kilomètres



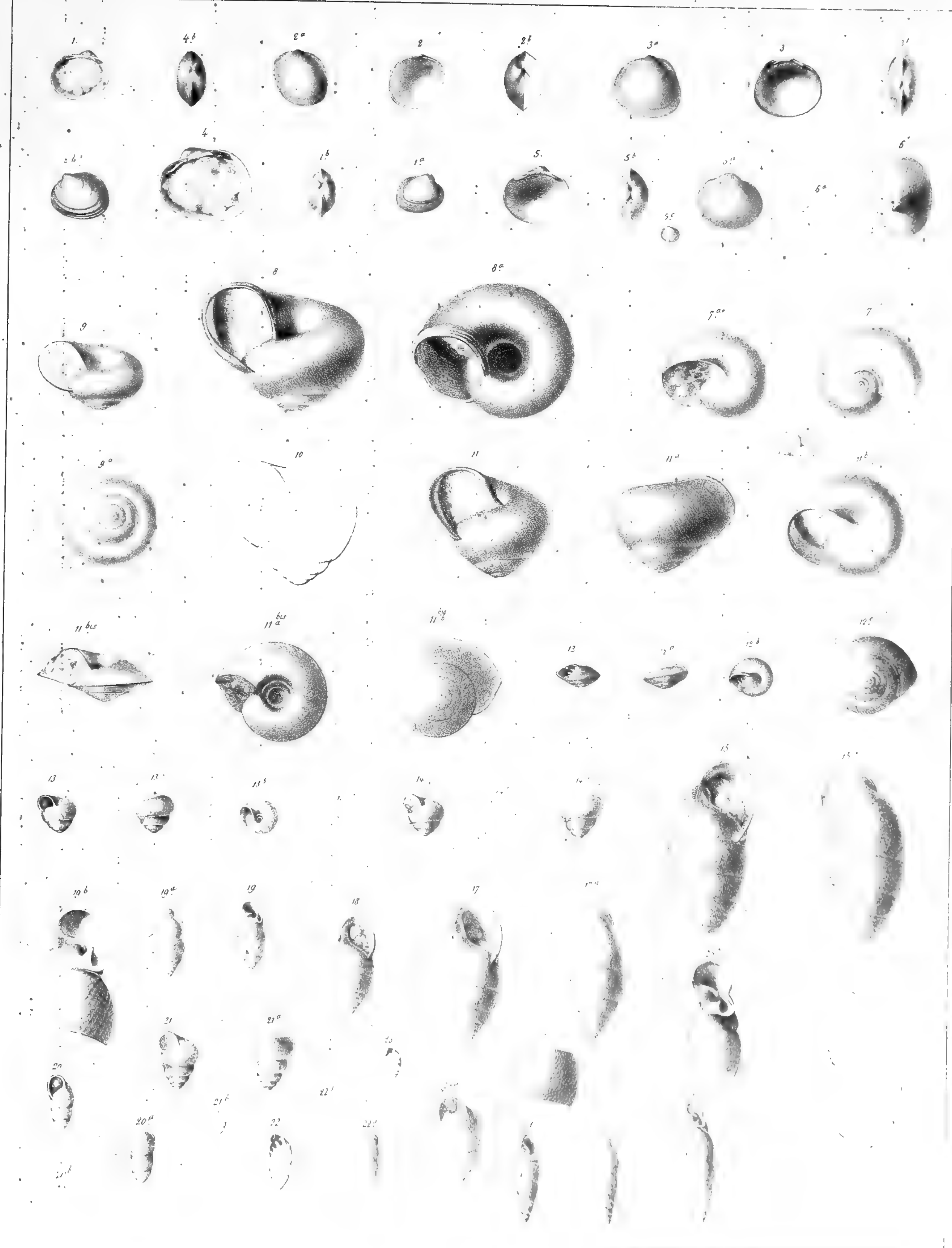
Levée par les offrs du Corps Royal d'Etat Major et gravée au Dépôt de la guerre sous la Don du Lt Gal Pelet Pair de France et publiée en 1841



Thiolat, lith

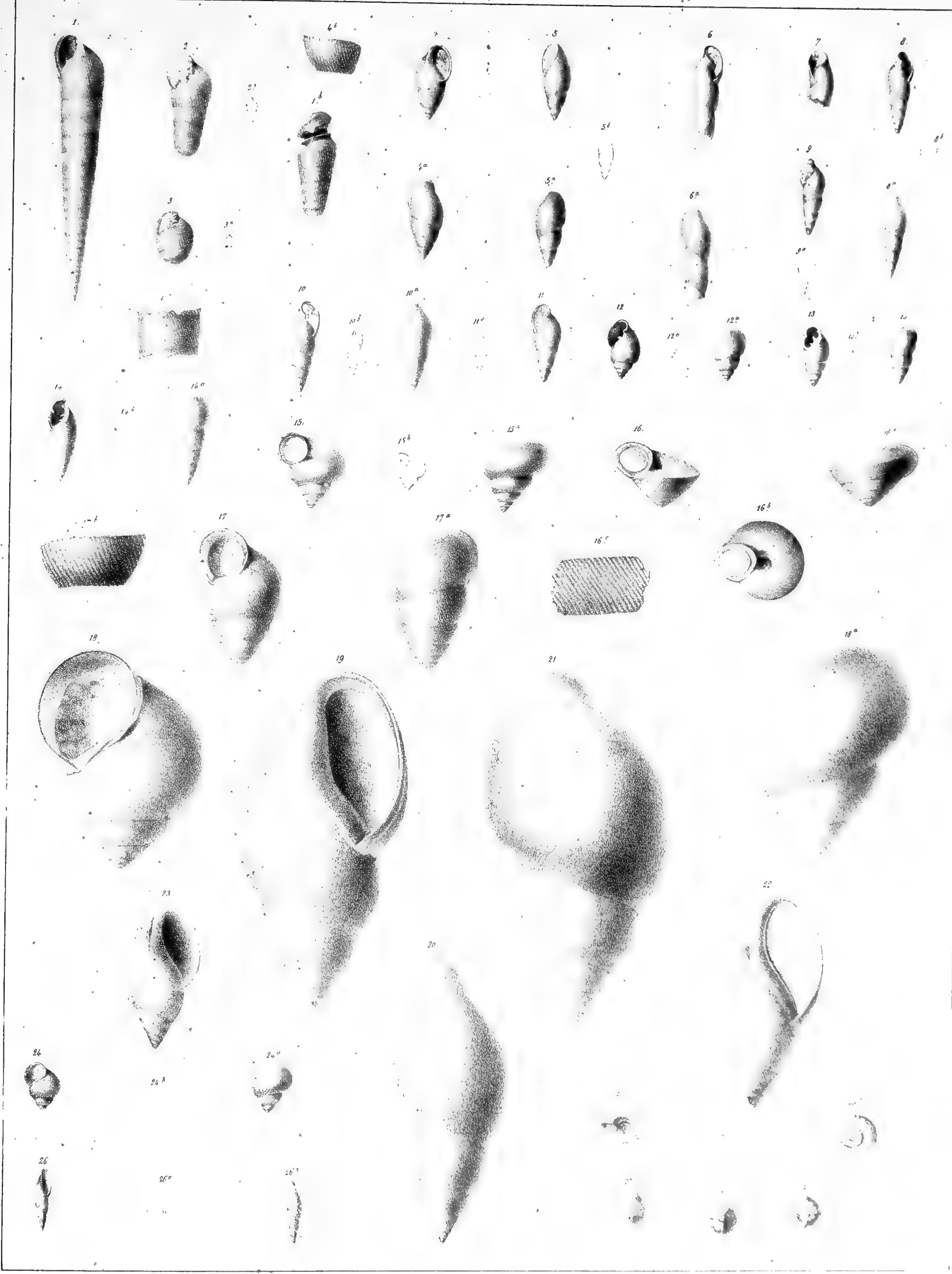


Thiolat del.



Thiolat lith.

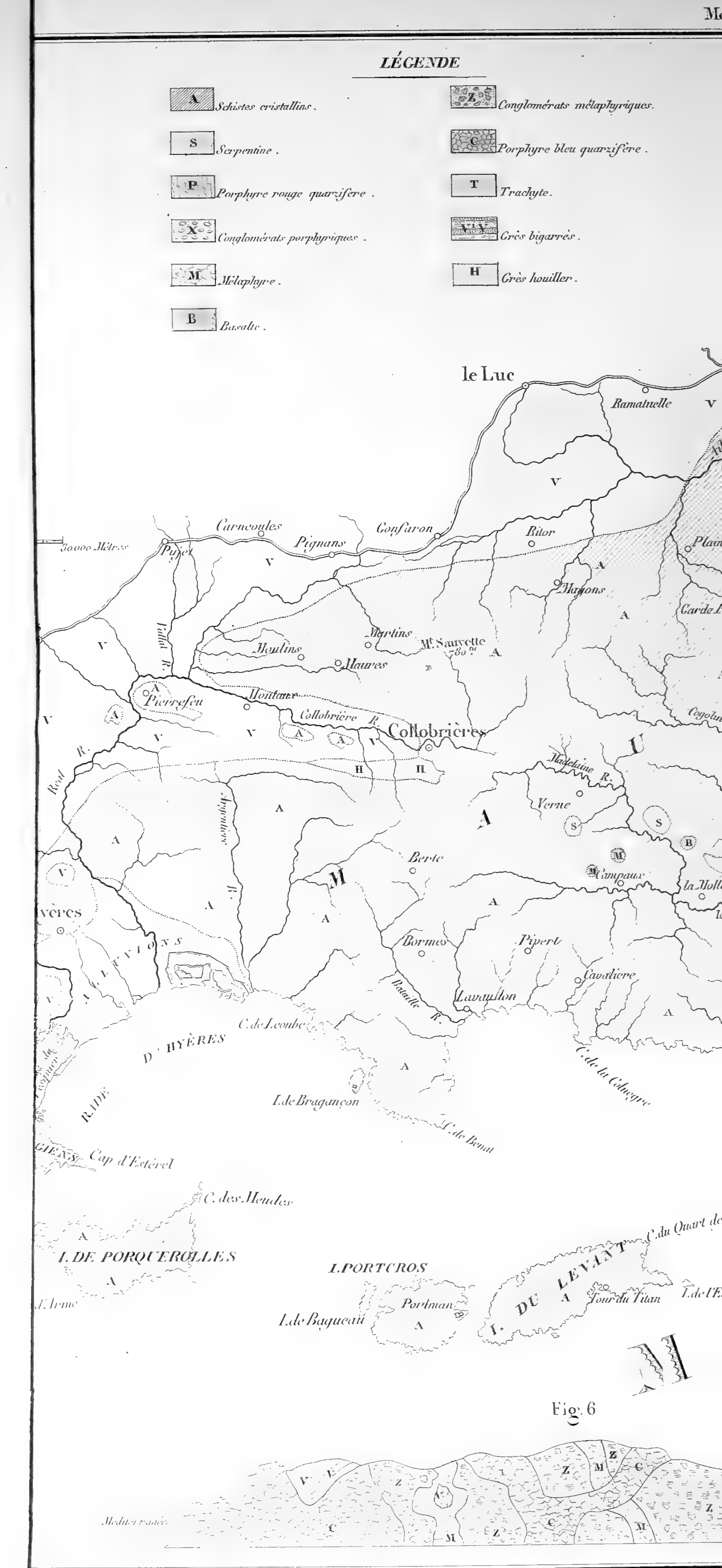
Fig. 1. a. b. Cyclas media nob.
2. a, b. C. unioniformis id.
3. a, b. C. Verneuili id.
4. a, b. C. Denainvilliersi id.
5. a, b, c. C. rugosa id.
6. a. Ancylus Matheroni id.
7. a, b. Vitrina rilliensis id.
8. a. Helix hemisphaerica Mich.



Thiolat, del.

Fig. 1. a, b. *Megaspira rillyensis* nob.
2. a. *M.* id. (jeune)
3. a. *M.* id. (très-jeune)
4. a. b. *Bulimus Michaudi* nob.
5. a. b. *Achatina Terveri* id.
6. a. *A.* rillyensis id. (sénestre)
7. *A.* id. (dextre)
8. a. b. *A.* cuspidata id. (sénestre)
9. a. *A.* id. (dextre)

Fig. 10. a. b. *Achatina* [illegible] nob. [illegible]
11. a. *A.* id. (dextre)
12. a. b. *Auricula* [illegible]
13. a. b. *A.* Michaudi id.
14. a. b. *A.* [illegible] id.
15. a. b. *Cyclostoma* [illegible] id.
16. a. b. c. *C.* [illegible] id.
17. a. b. *C.* [illegible]
18. a. *Paludina* [illegible]



LÉGENDE
A Schistes cristallins.
S Serpentine.
P Porphyre rouge quarzifère.
X Conglomérats porphyriques.
M Mélaphyre.
B Basalte.
Z Conglomérats mélaphyriques.
C Porphyre bleu quarzifère.
T Trachyte.
Grès bigarrés.
H Grès houiller.
le Luc
Ramatuelle
Carnoules
Pignans
Gonfaron
Pujet
Ritor
Mayons
Martins
Mt. Sauvette
Moulins
Maures
Pierrefeu
Hontaux
Collobrière R.
Collobrières
Real R.
Madelaine R.
Verne
Berte
Campaux
la Molle
Bormes
Pipert
Cavalière
Lavaudon
Bataille R.
C. de Leoube
RADE D'HYÈRES
I. de Bragançon
C. de la Cabaçre
C. de Benat
Cap d'Estérel
C. des Meudes
I. DE PORQUEROLLES
I. PORTCROS
Portman
I. de Bagueau
I. DU LEVANT
Tour du Titan
Fig. 6
Mediterranée

CARTE GÉOLOGIQUE DES MONTAGNES DES MAURES ET DE L'ESTEREL (Var)

PAR H. COQUAND

LÉGENDE

A Schistes cristallins.	Z Conglomérats mélaphyriques.
S Serpentine.	C Porphyre bleu quarzifère.
P Porphyre rouge quarzifère.	T Trachyte.
X Conglomérats porphyriques.	V Grès bigarrés.
M Mélaphyre.	H Grès houiller.
B Basalte.	

Echelle de 1/250.000

10000 20000 30000 Mètres

le Luc, Cuers, Solliès Pont, Ollioules, TOULON, Hyères, Pierrefeu, Collobrières, St Tropez, Fréjus, Cannes, Antibes, St Honorat, I. Ste Marguerite, Carnoules, Pignans, Gonfaron, Vidauban, le Muy, Roquebrune, St Raphael, la Napoule, Grimaud, Cogolin, la Molle, Bormes, Lavandou, Ramatuelle, Cavalaire, Gassin, Le Plan, Callian, Montauroux, Fayence, Tourrettes, St Paul, Bagnols, Callas, Seillans, Mandelieu, le Cannet, Vallauris, Mougins, Villeneuve, Biot

GOLFE DE FRÉJUS, GOLFE DE GRIMAUD, RADE D'HYÈRES, RADE DE GIENS, PRESQU'ILE DE GIENS, Rade d'Agay, Rade de Cavalaire

I. DE PORQUEROLLES, I. PORTCROS, I. DU LEVANT, I. de Bagneau

MAURES, ESTEREL

MER MÉDITERRANÉE

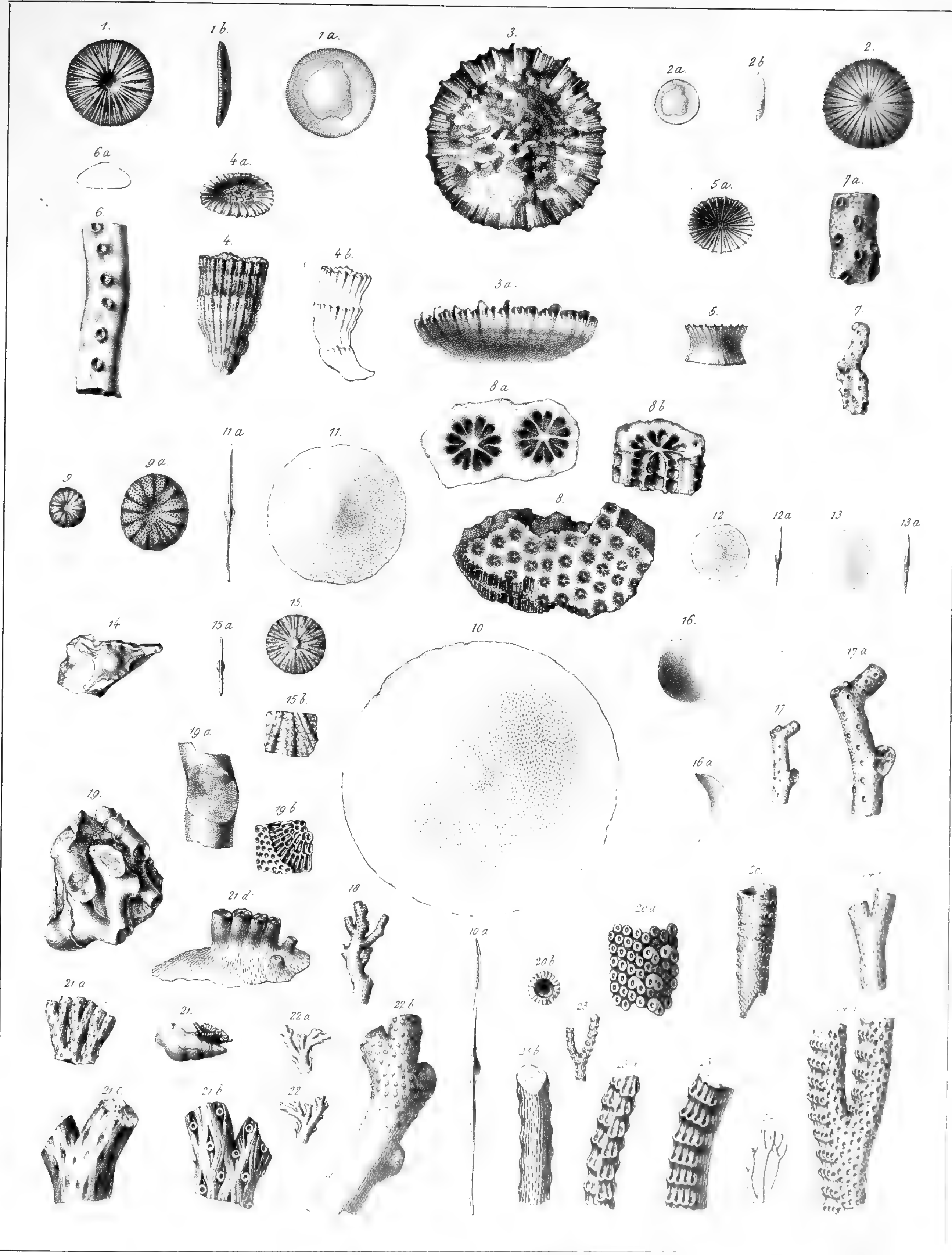
Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6

Coupe de l'Esterel, suivant la ligne A B

Fig. 7

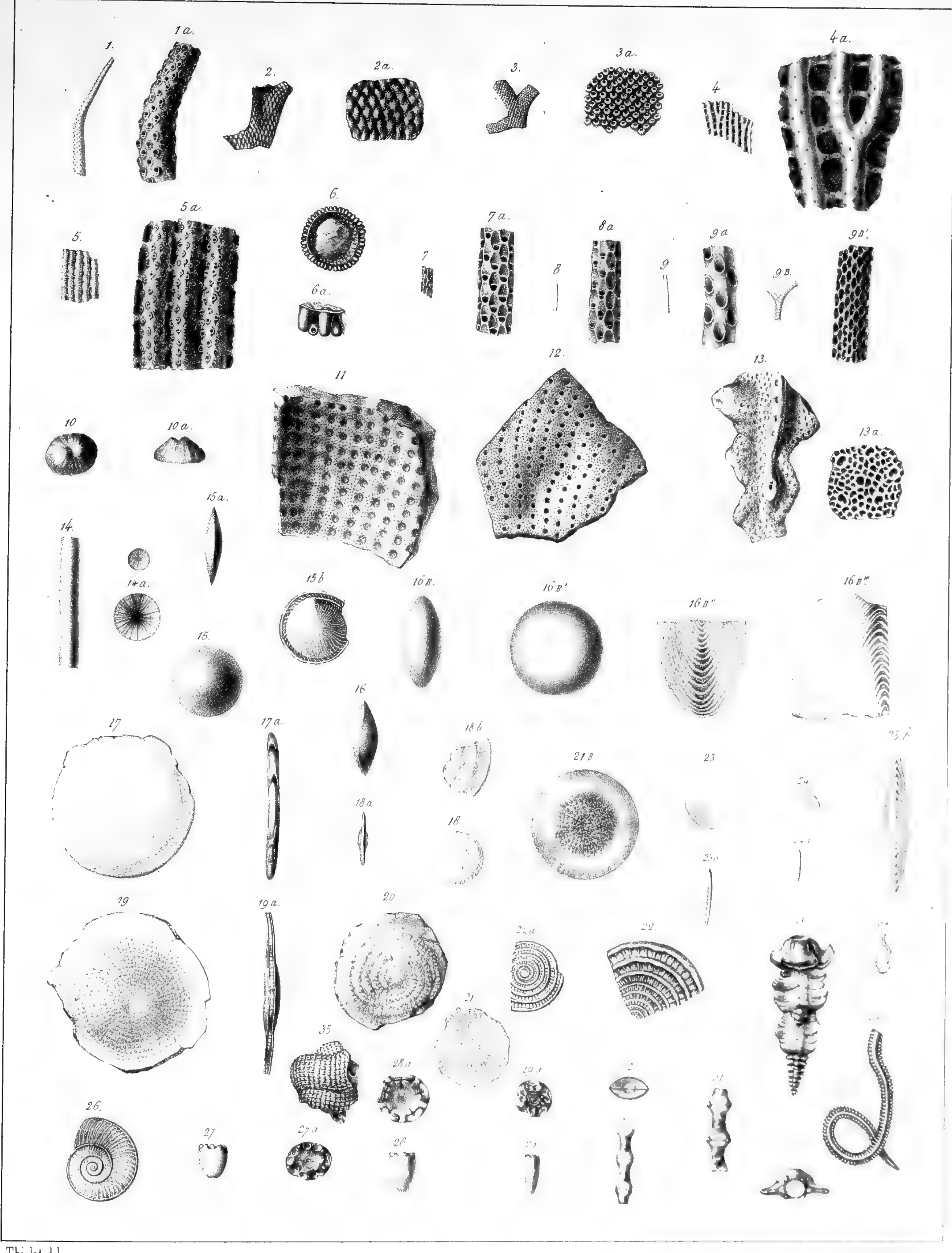
Gravé par les f[res] Avril rue des Bernardins 18 Paris.

Lith. Kaeppelin à Paris.



Thiolat, del.

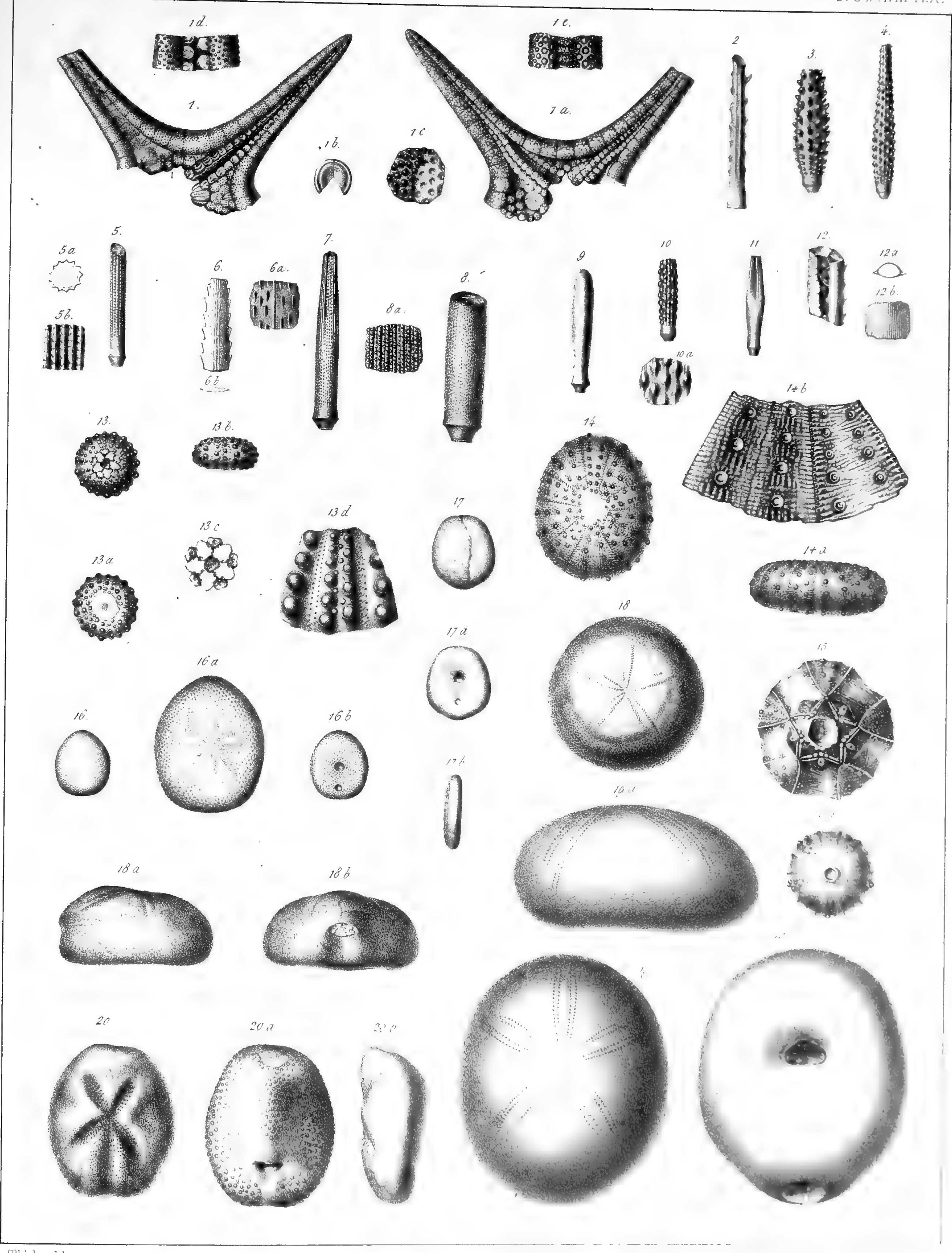
fig. 1, a, b Cyclolites andianensis id.
. 2. a. b. C...... lenticularis id.
. 3. a. Trochocyathus atalayensis id.
. 4. a T.......... subundosus, id.
. 5. a Cyathina? vertebrata id.
. 6. a Oculina raristella Dt. var.
. 7. a [illegible]
. 8. a. b. Stephanocœnia Haimei id.



Thiolat, del.

Fig. 1 a. *Eschara dentalina*, nov. sp.
2. a *E*. . . . . . *subchartacea* nob.
3. a. *E*. . . . . *ampulla*, nov. sp.
4. a. *Retepora Ferussaci*. Mich. var.
5. a. *R*. . . . . . *subcancellata*, nov. sp.
6. a. *Lunulites glandulosa*, nob.
7. a *Cellaria subrarata*, nov. sp.
8. a *C*. . . . . *minuta* id.
9. a. *C*. . . . . . *distans* id.
9. B. B'. *C*. . . . . . ?
10. a *Tragos mamillatus*, nov. sp.
11. *Scyphia Samueli* id.

Fig. 12. *Scyphia Samueli* var.
13. a
14. a *Vergularia* incert.
15. a b *Nummulina*
16. *N*. . . . .
16. B. B' B'' B''' *N*. . . . . *crassa*
17. a
18. a
19. a *N*. . . . .
20. *N*. . . . . id. var.
21. *N*
21. B *N*. . . . . id. var.

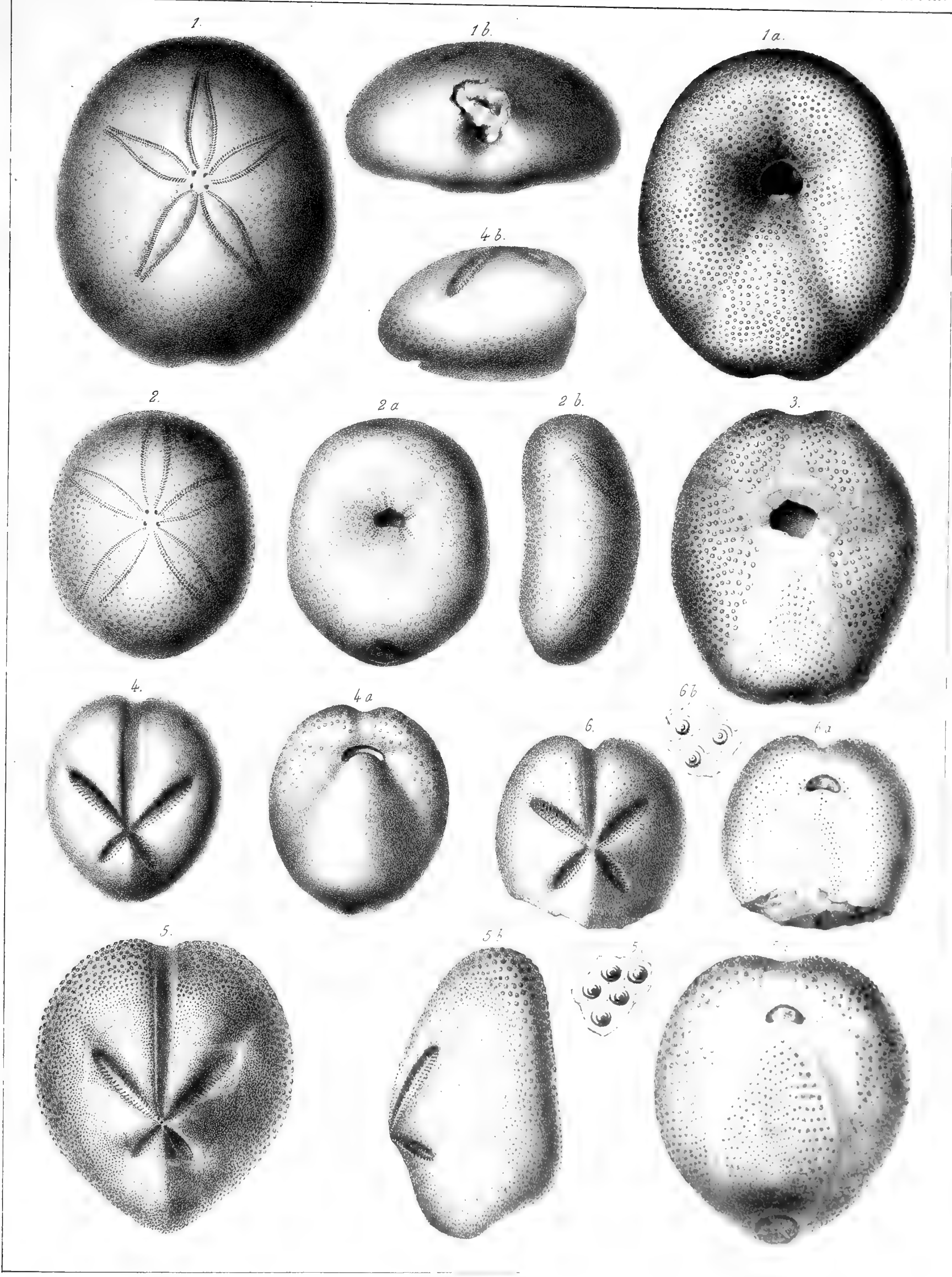


Thiolat, del.

fig. 1. a. b. c. d. e. *Asterias Desmoulinsii. nov. sp.*
, 2. *Cidaris prionata* [illegible]
, 3 *C....... semiaspera nob.*
, 4 *C....... subularis, id.*
, 5, a b. *C....... acicularis, id.*
, 6 a. b. *C....... serrata, id.*
, 7 a. b. *C....... striatogranosa, nov. sp.*

fig. 8 a. *Cidaris subcylindrica nov. sp.*
, 9 *C.* [illegible]
, 10 *C.* [illegible]
11. *C....... incerta id.*
, 12 a b. *C....... subserrata id.*
, 13 a b c d. *Goniopygus pelagiensis n.*
, 14 a b. *Diadema arenatum nov.*

fig. 15 [illegible]
[illegible]
20 a [illegible]

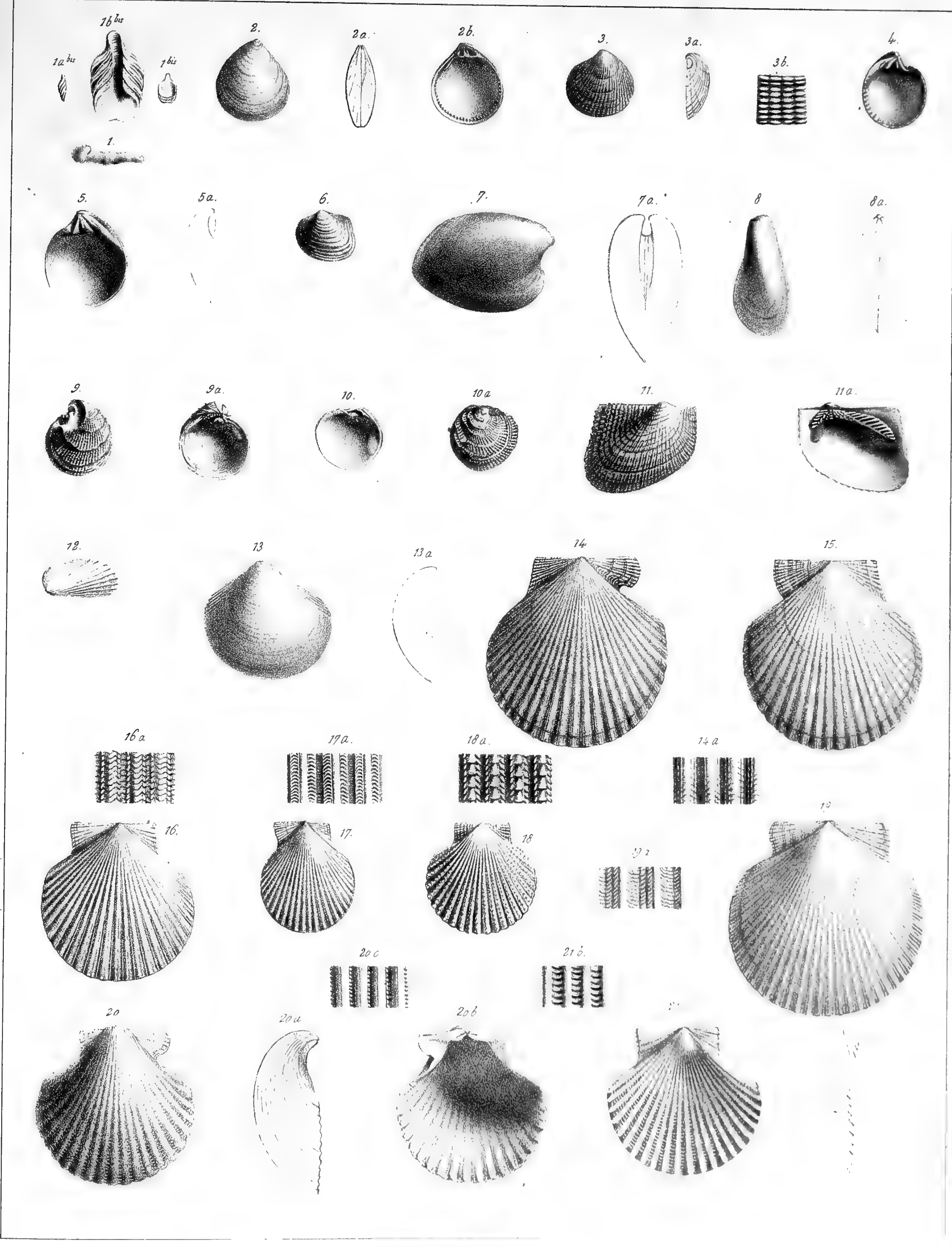


Thiolat del.

fig. 1 a [illegible]

2 a [illegible]

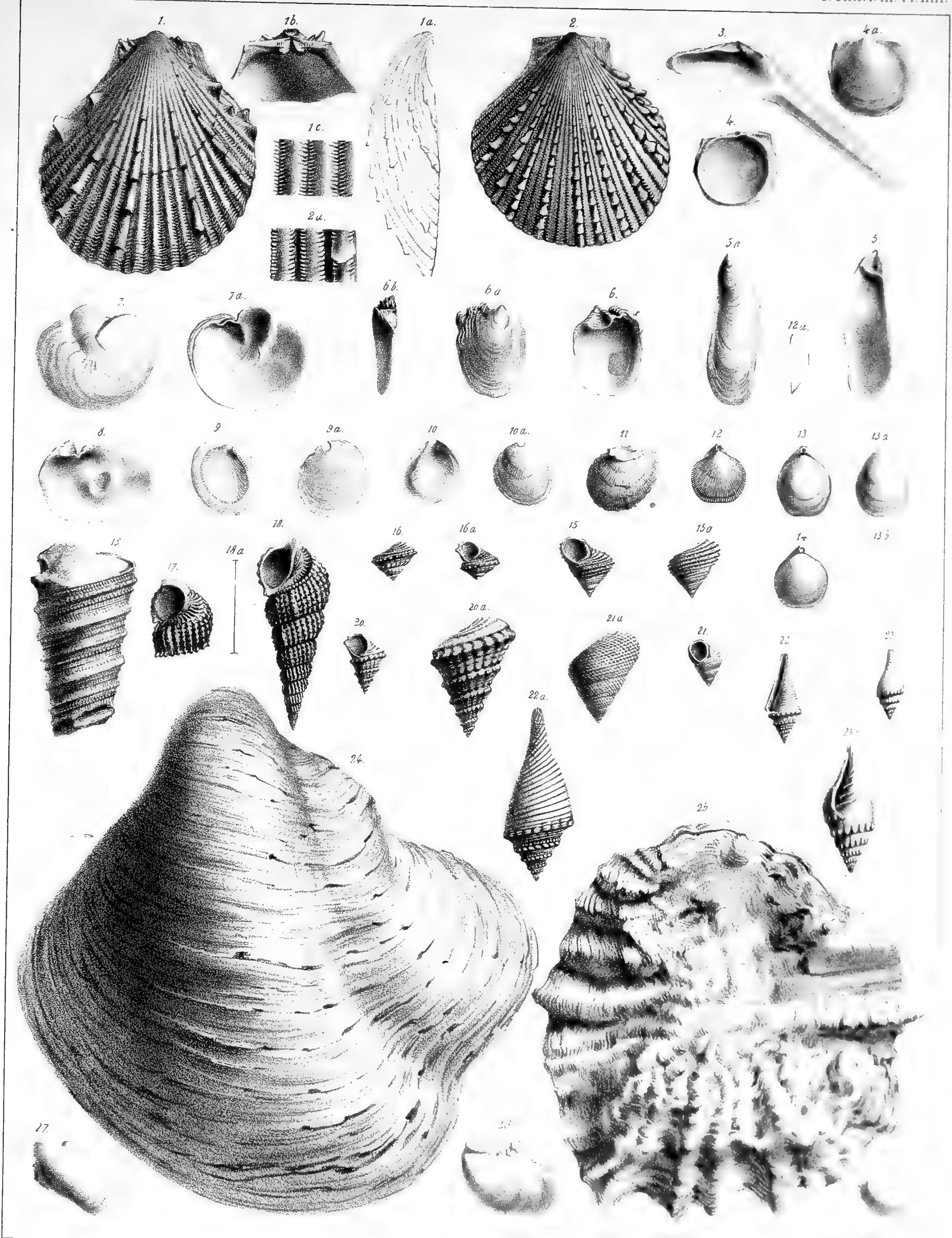
3. Amphidetus subcentralis [illegible]



Delarue, del.

Fig. 1. [illegible]
1 bis a b [illegible]
2, a b. Astarte Prattii nov. sp.
3, a b. Venericardia [illegible]
4. [illegible]
5, a. V........ subvicinalis nov. sp.
6. [illegible] id.
7. a C........ [illegible] id.

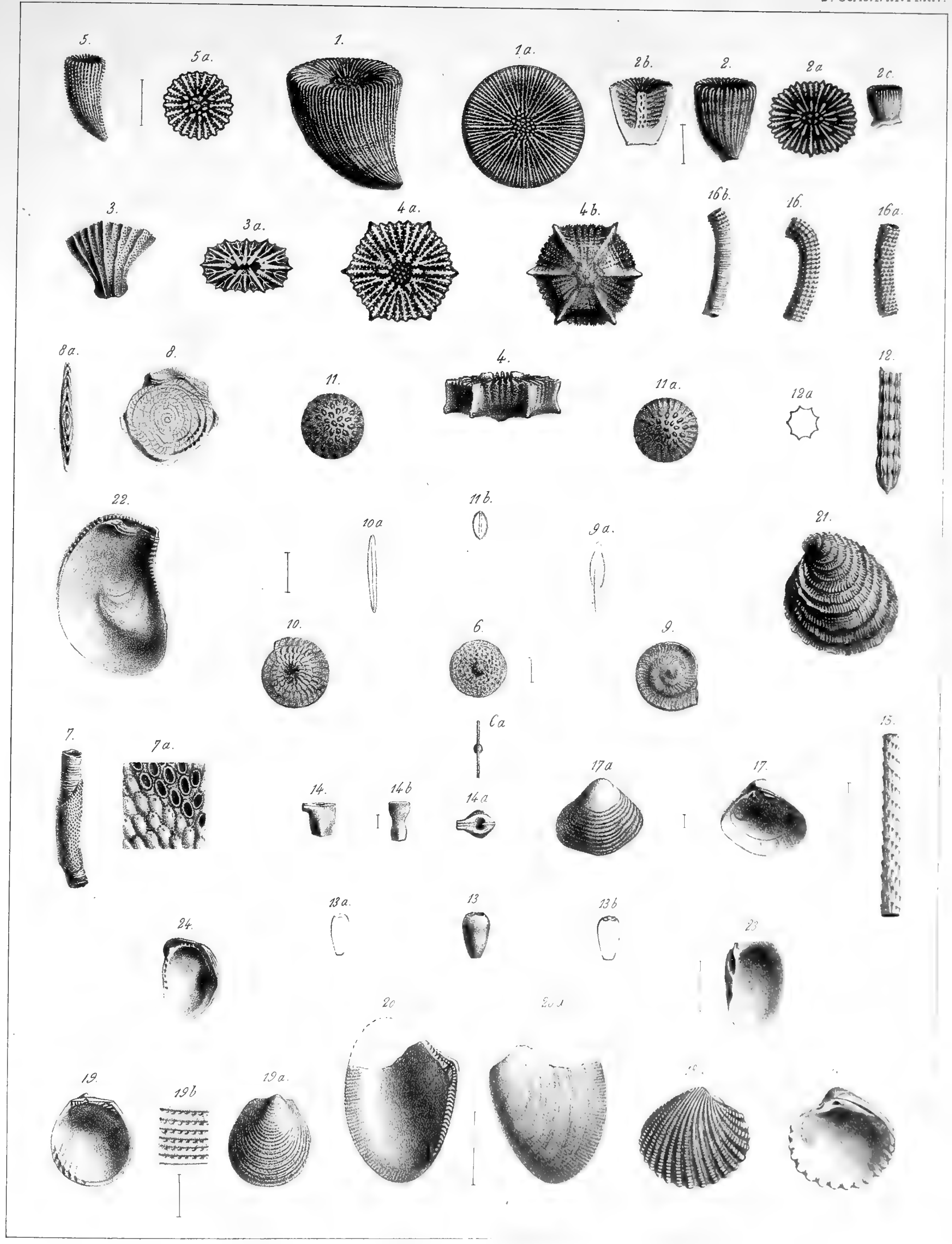
[illegible]



Delarue. del

fig 1. a. b. c. Spondylus subspinosus nov. sp.
2. a. S..........planicostatus id
3. Ostrea longicauda id
4. a. O.......subhippopodium id.
5. a. O.......vulsellæformis. id.
6. a. b. Vulsella lingulæformis. id
7 a. V........exogyra id.
8. V...........id. var.
9 a Anomia intustriata nov. sp.

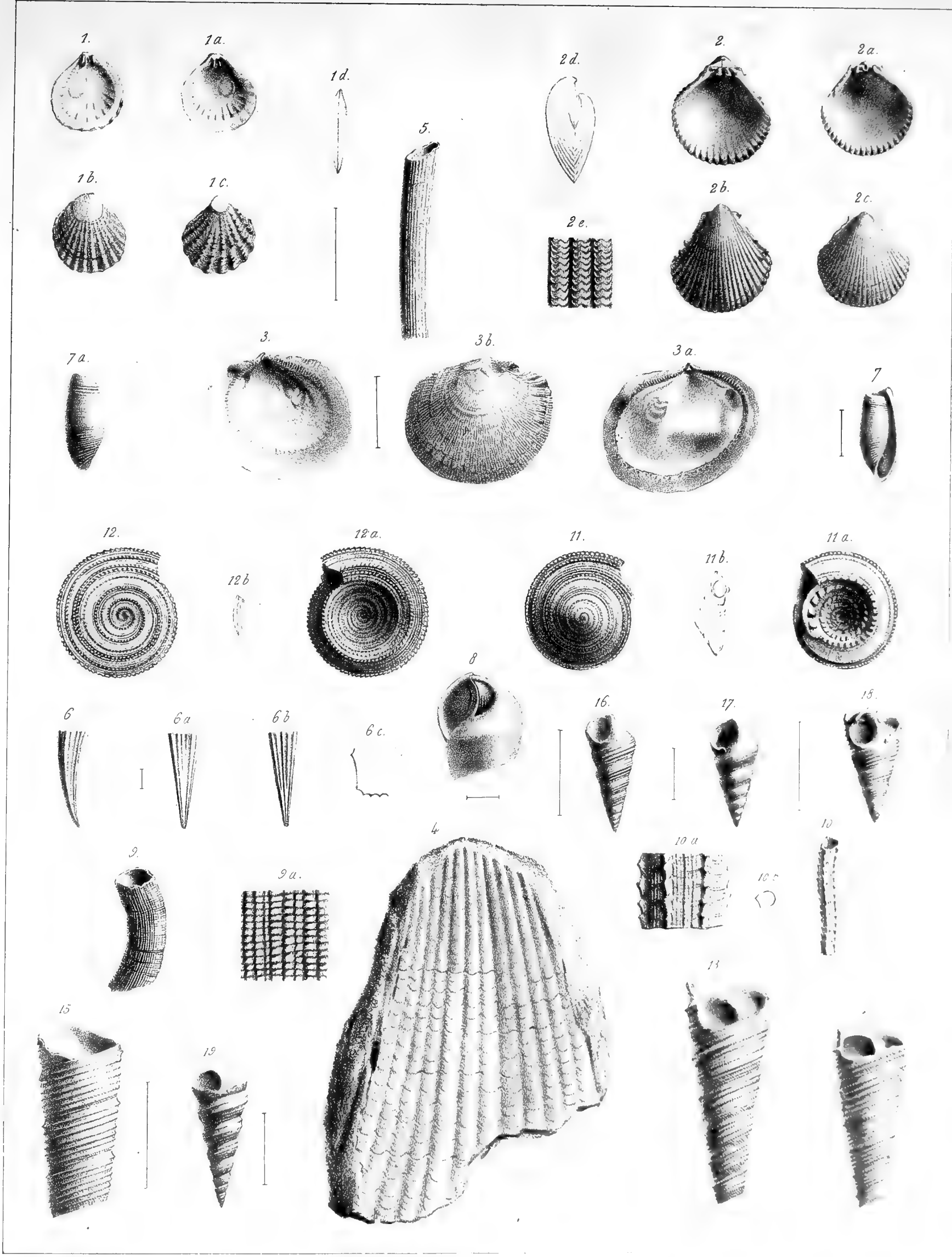
fig 10. a Anomia intustriata
11. A...... an ia
12 a Terebratula tenuistriat
13. a b T..
14. T.......... ia
15 a b Turbo Hau
16. a
17. Sca
18



Delarue, lith.

fig. 1. a *Caryophyllia truncata. Lamk.*
. 2. a b. c *Turbinolia cupula. Al. Rou*
3. a *T. . . . . Hainei. Al. Rou*
. 4. a. b *T. . . . . perarmata. Villavignes*
. 5. a *T. . . . . Lamarckii. Al. Rou*
. 6. a *Orbitolites Fortisii d'Arch. var. A. Al. Rou*
. 7. a *Eschara Palensis Al. Rou.*

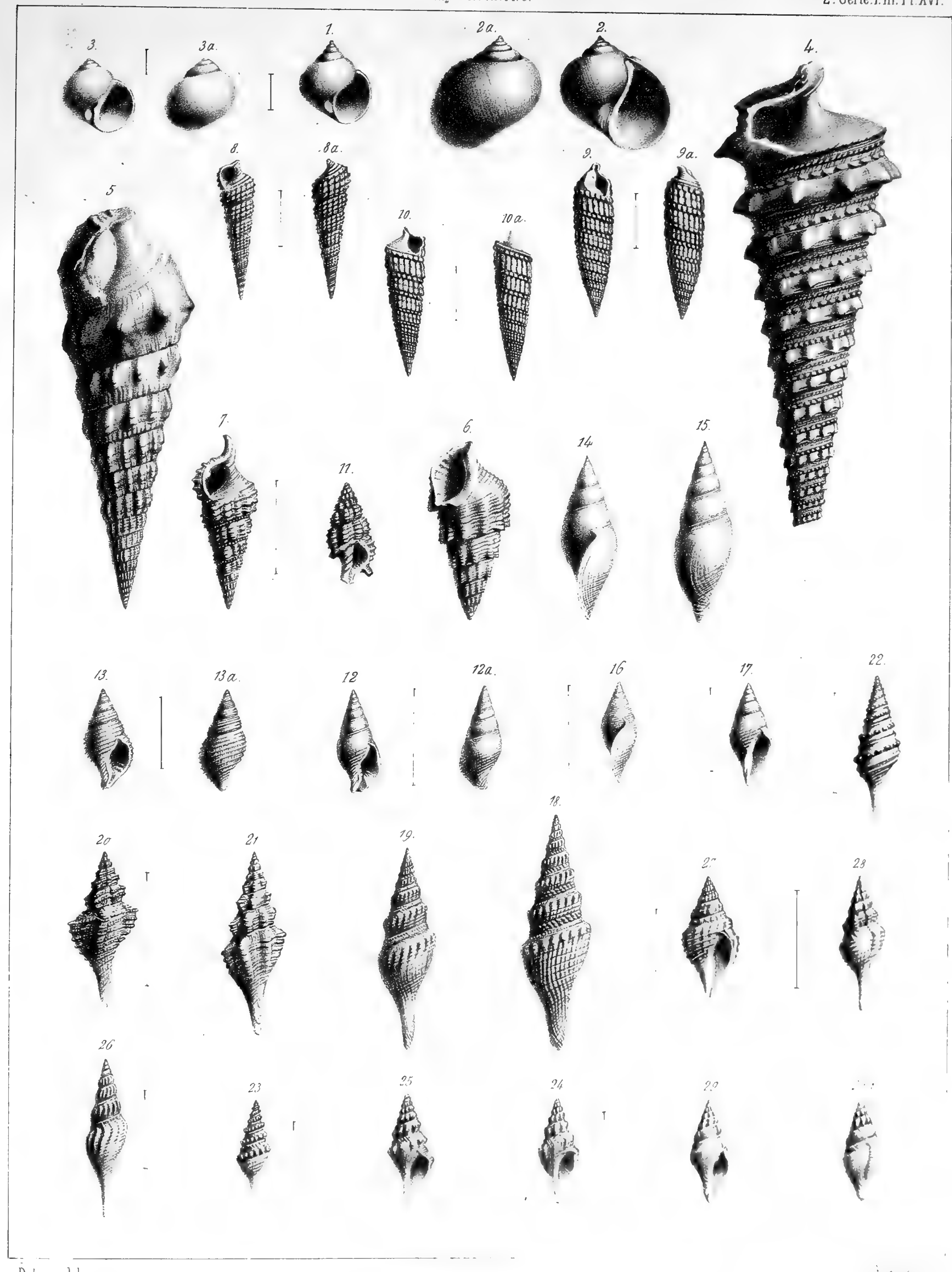
fig. 8. a *N[illegible]*
9. a. *N[illegible]*
. 10. a *N[illegible]*
. 11. a. b *N[illegible]*
. 12. a [illegible]
. 13. a. b. 14. a [illegible]
. 15 [illegible]
. 16. a. b [illegible]



Delarue. del.

Fig. 1, a, b, c, d. *Plicatula Beaumontiana. Al. Rou.*
„ 2, a, b, c, d, e. *Spondylus Palensis. Al. Rou.*
„ 3 a b *Dymya Deshayesiana. Al. Rou.*
„ 4. *Pinna Pyrenaica. Al. Rou.*
„ 5 *Dentalium tenuistriatum. Al. Rou.*
„ 6, a, b, c. *D........ Michelini. Al. Rou.*

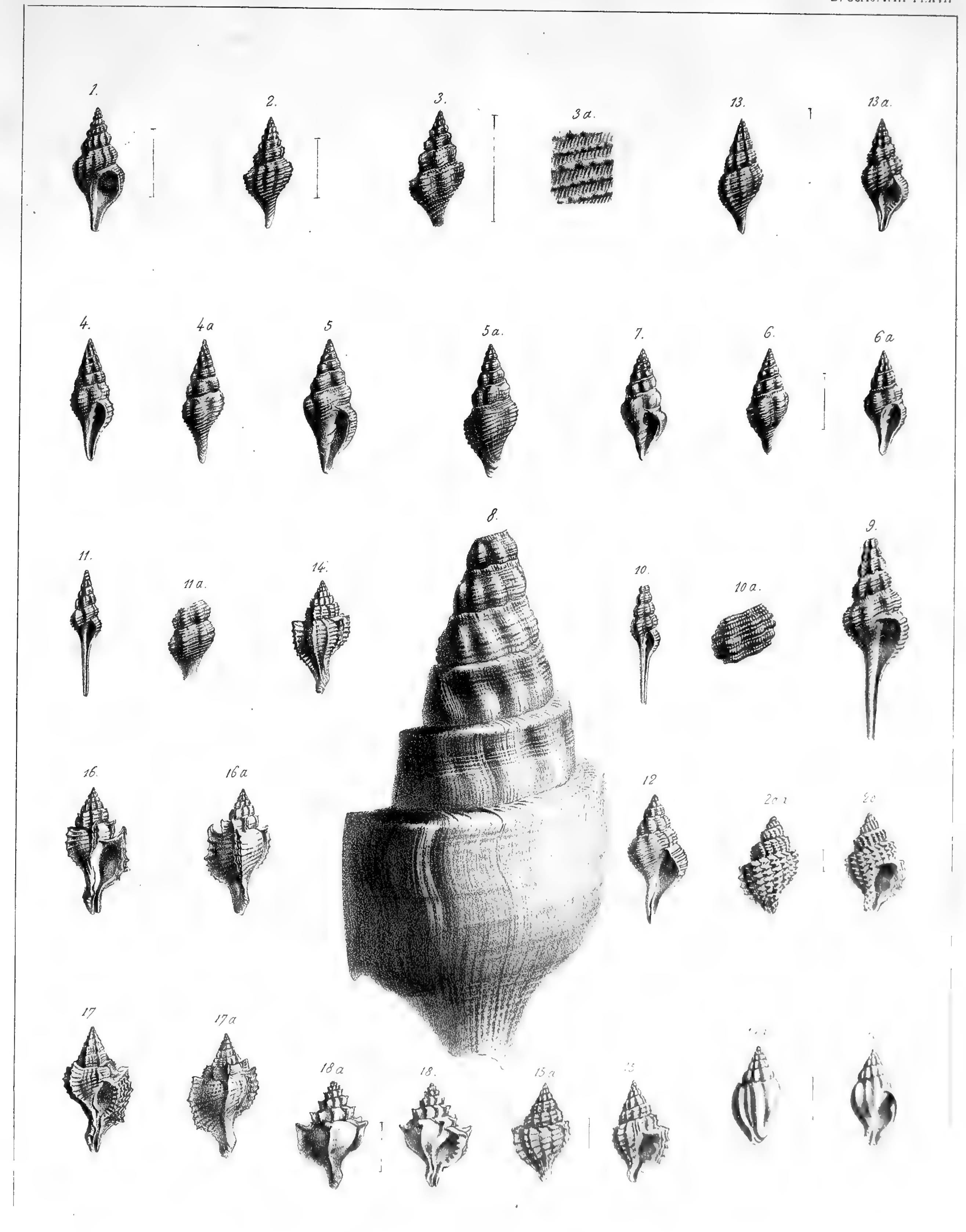
Fig. 7 a *Rilla [illegible] striata Desh [illegible]*
8 *Niso terebellatus. [illegible]*
„ 9 a *Vermetus squamosus. Al. [illegible]*
10 a b *V.... hexagonus Al. Ro.*
„ 11 a b *[illegible]arium [illegible] Al. Rou.*
„ 12 a b *S.... [illegible] [illegible]*



Delarue, del.

fig 1. *Ampullaria indet*
. 2. a. *Natica Baylei. Al. Rou*
. 3. a. *N.....glaucinoides ? Desh*
. 4 *Cerithium Lejeunii. Al. Rou*
. 5. *C.......Verneuillii. Al. Rou*
. 6. *C.......palense. Al. Rou*
. 7. *C.......Prattii. Al. Rou*
. 8, a. *C.......subfragile Al. Rou*
. 9, a *Triforis biplicatus. Al. Rou.*
. 10, a *T......conoidalis. Al. Rou.*

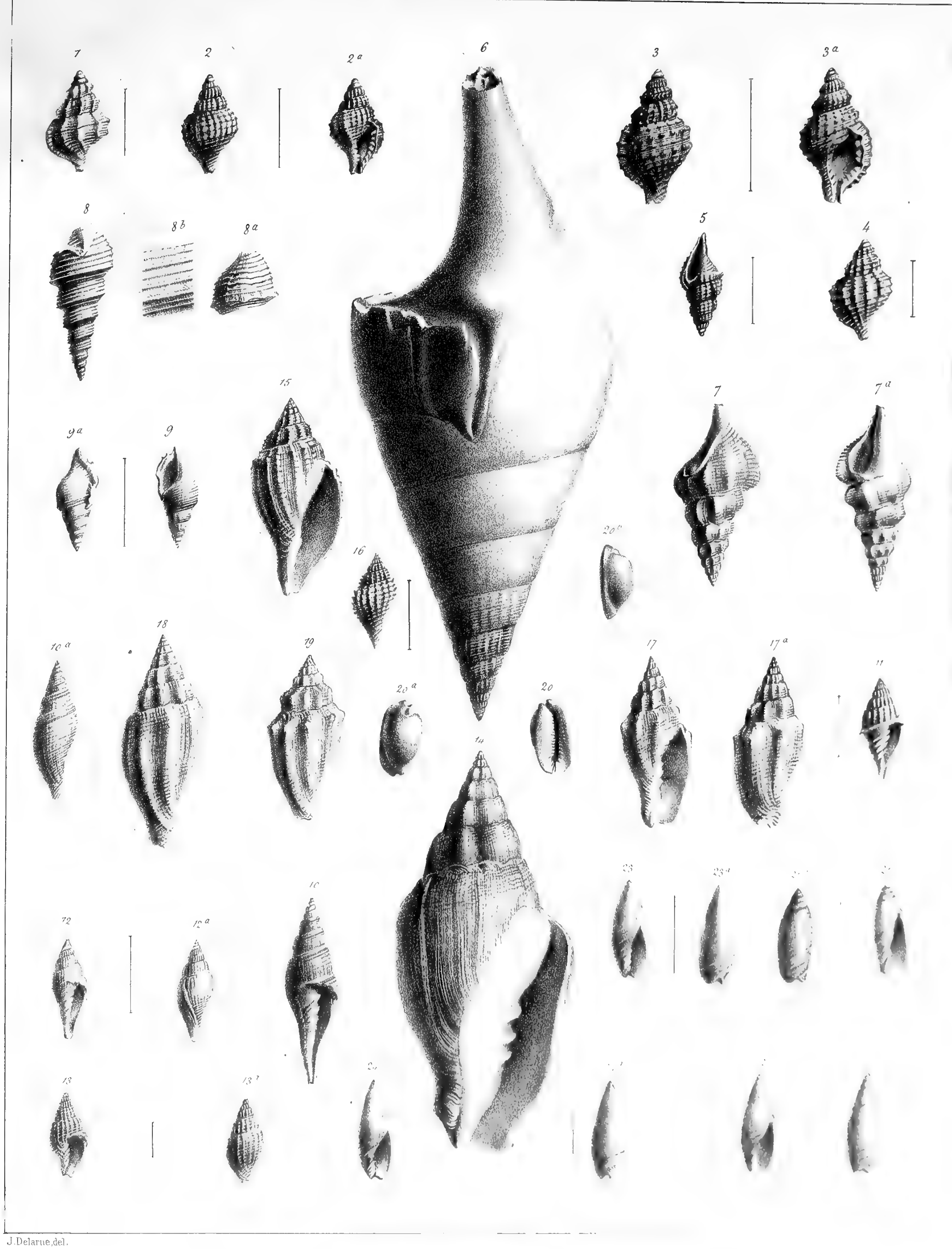
fig 11 [illegible]
. 12. a *Columb*[illegible]
. 13, a [illegible]
. 14 [illegible]
. 15. *P* [illegible]
16. *P* [illegible]
17 *P* [illegible]
18 *P* [illegible]
. 19. *P.....* [illegible]
. 20. *P.* [illegible]



Delarue, del

fig 1. Pleurotoma Pillæ. Al. Rou.
" 2. P.......... Ferrandi. Al Rou
" 3 a P.......... Heberti Al. Rou
" 4. a. Cordieria pyrenaica Al. Rou
" 5. a C........ biaritzana Al. Rou
6 a C.................... junior
7. C........ iberica Al. Rou

8 Fusus maximus [illegible]
9 F... rugosus. Lam. [illegible]
10. a F... serpentar... [illegible]
11 a F... [illegible]
12 F... [illegible]
13 F... [illegible]



J. Delarue, del.

Fig. 1 *Triton spinosum* — [illegible]
2 a. *T. nodularium* — [illegible]
3 a. *T.* [illegible]
4 *T. Delgadoi* — [illegible]
5 *T. terebratulum* — [illegible]
6 *Rostellaria maxima* — [illegible]
7 a. *R. Lejeunii* — [illegible]
8 a b. *R. spirata* — [illegible]

Fig. [illegible] *Rostellaria* [illegible]





